احجز مكانك واستعد للامتحان بثقة كاملة

ملزمة الفيزياء الفصل الثالث
9 متقدم لعام 2026

$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

$\Sigma F = ma$

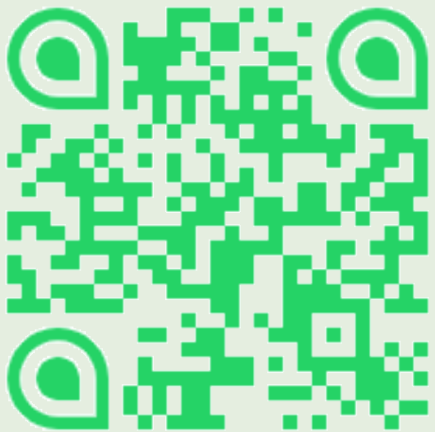
ΣF

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

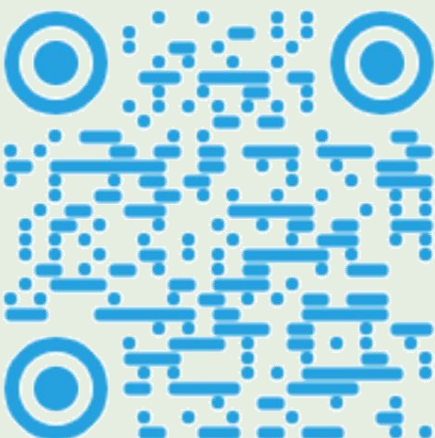
تنويه:
تم إنشاء هذه الملزمة لمساعدتك، ولكن المرجع الرئيسي هو الكتاب، وسيكون هناك ملف إضافي للأمثلة.



Mr. Mohamad




للتواصل والحجز




انضم للقناة





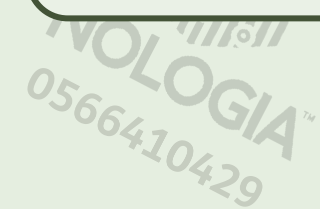
شرح لدروس الفصل الثالث كامل

بـ199
درهم فقط

ملازم

اختبارات





لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429





الوحدة (13): الاهتزازت والموجات

	عنوان القسم	الصفحة
13-2	خصائص الموجات	4
13-3	سلوك الموجات	20

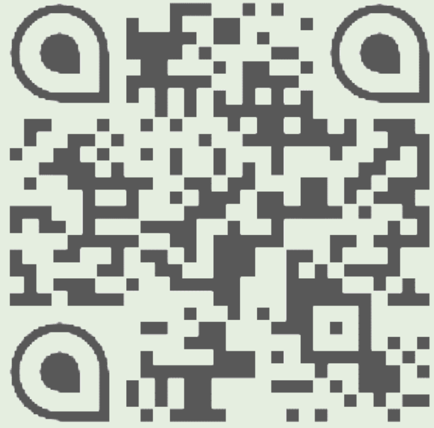






الوحدة (13): الاهتزازت والموجات

02 الدرس الثاني: خصائص الموجات



لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

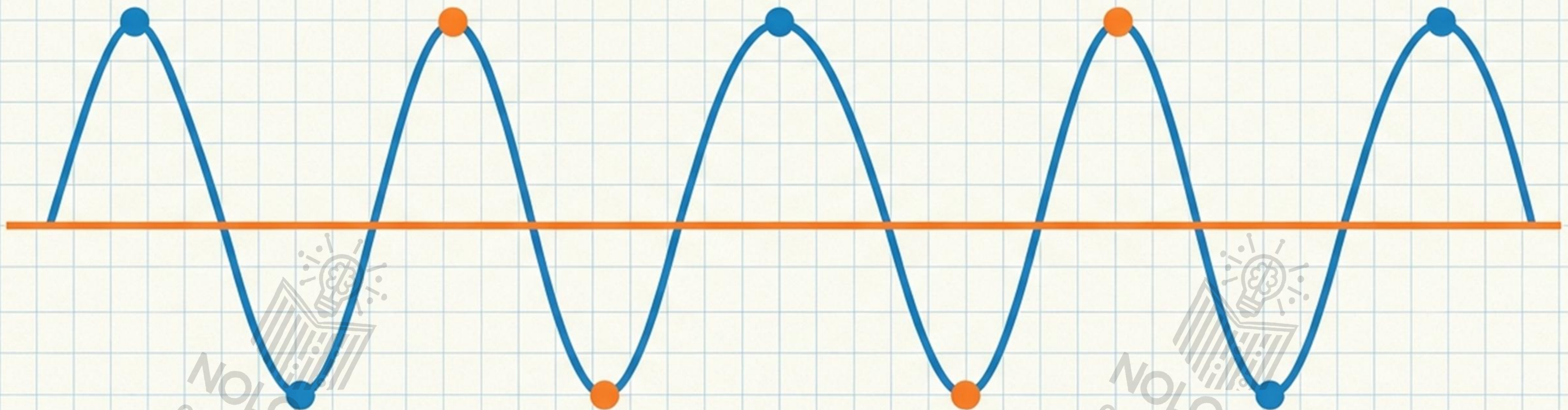






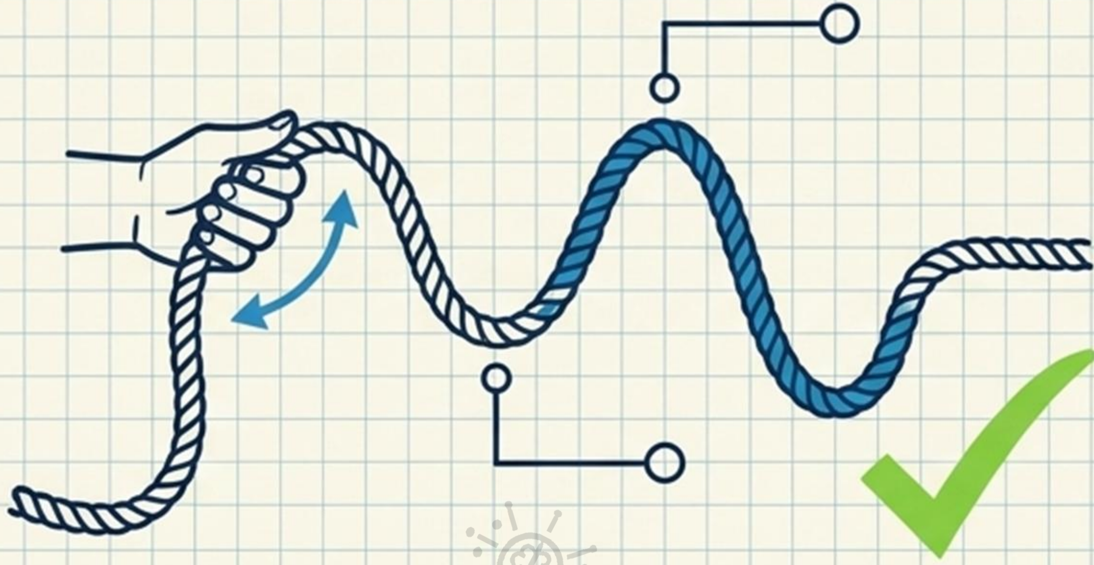
خصائص الموجات الميكانيكية

دليل الطالب الشامل: المفاهيم، القوانين، والأمثلة التطبيقية



الفكرة الرئيسة

الموجات تنقل الطاقة من مكان لآخر، ولا تنقل المادة.



نقل الطاقة

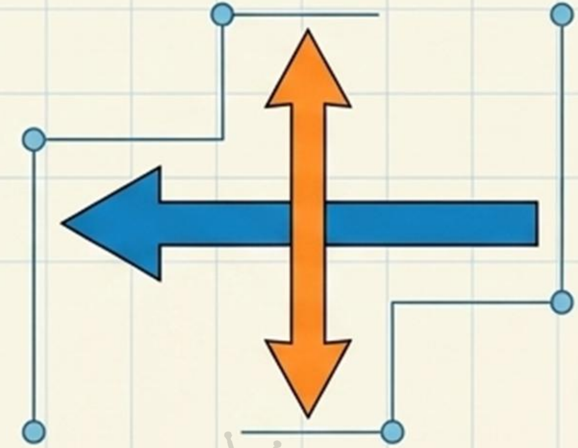


نقل المادة

الموجات الميكانيكية تتطلب وسيطاً ماد... الماء، الهواء، الحبال) لتنتقل من خلاله.

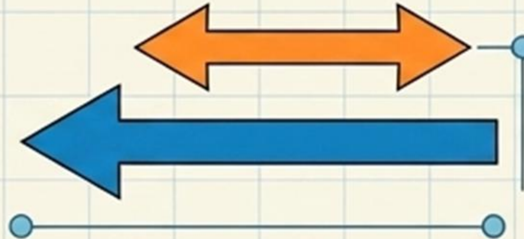
أنواع الموجات الميكانيكية

الموجات المستعرضة



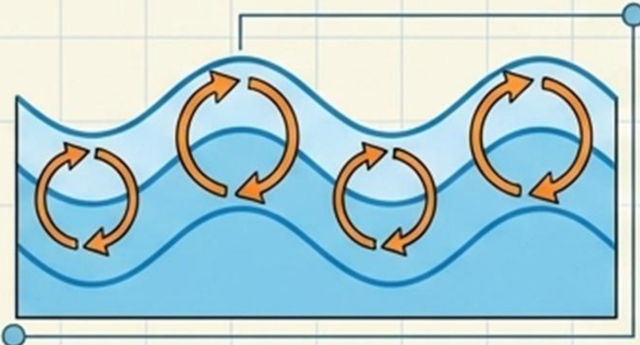
تهتز جسيمات الوسط عموديًا على اتجاه حركة الموجة.
(مثال: الحبال).

الموجات الطولية

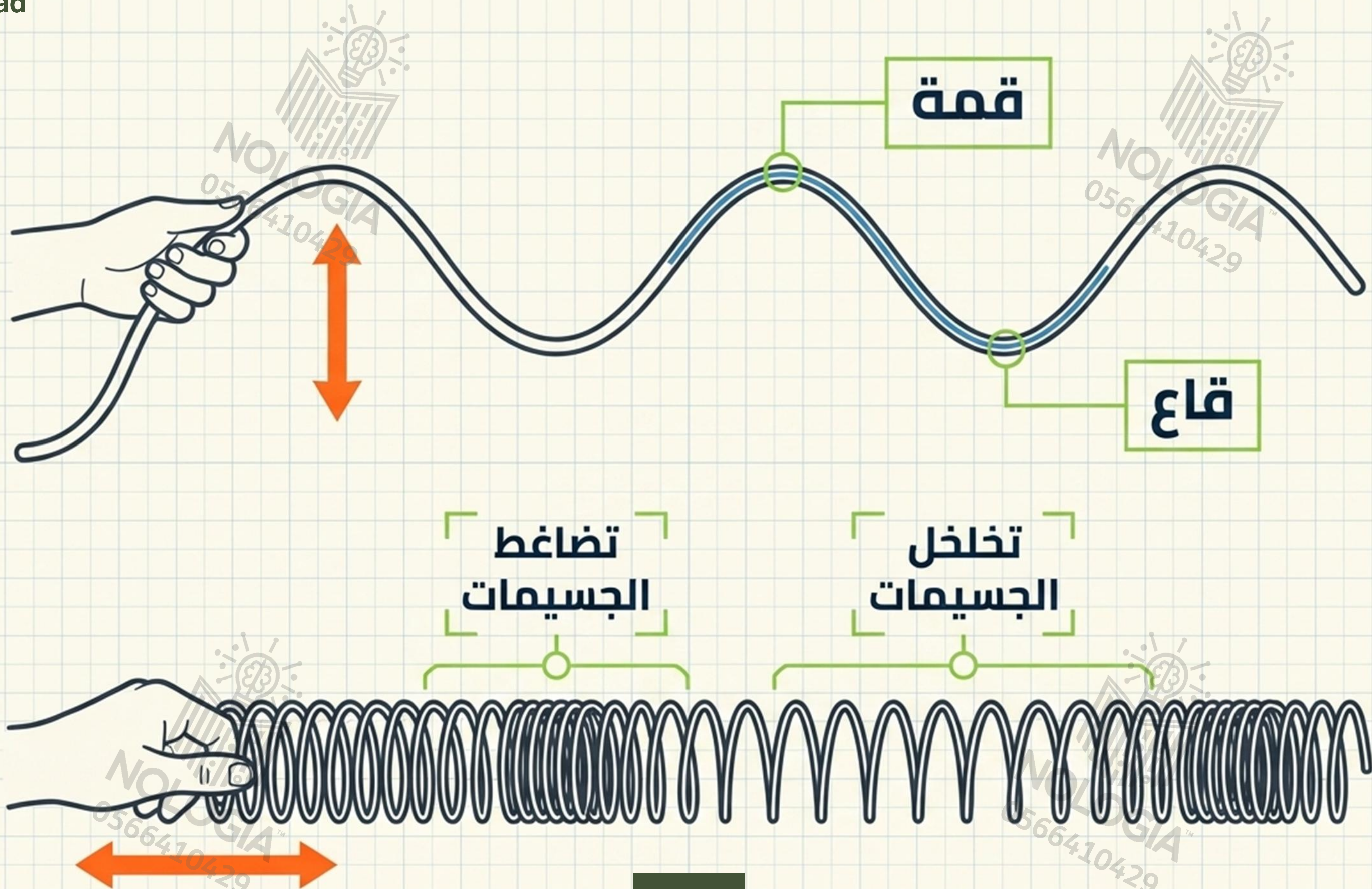


تهتز جسيمات الوسط موازيًا لاتجاه حركة الموجة.
(مثال: الصوت والزنبرك).

الموجات السطحية



تتحرك الجسيمات في مسار دائري (موازٍ وعمودي معاً).
(مثال: موجات المحيط).

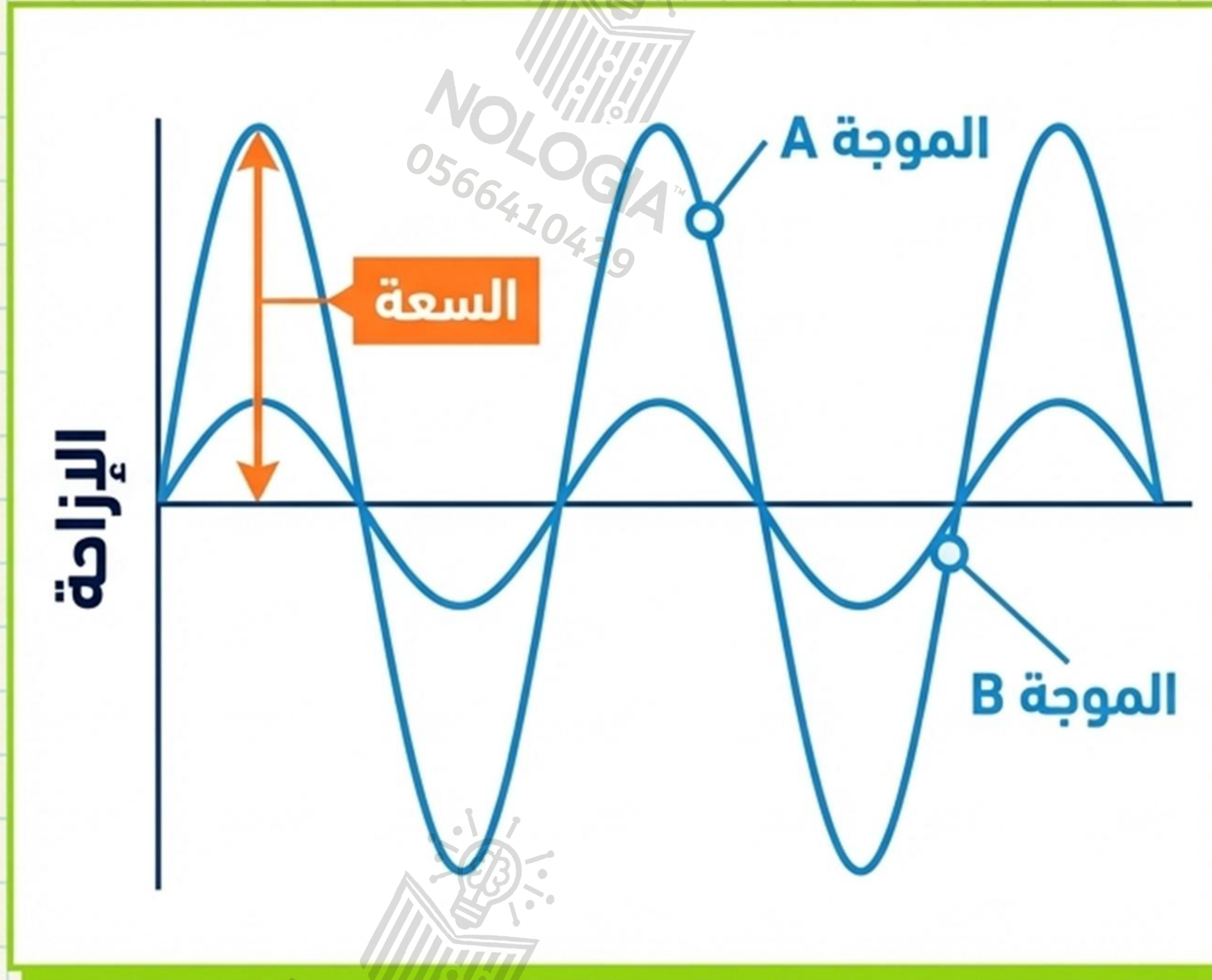

قمة
قاع
تضاغط
الجسيمات
تخلخل
الجسيمات

طول الموجة (λ - Wavelength): أقصر مسافة بين أي نقطتين يتكرر فيها نمط الموجة (مثل قمتين متتاليتين).

القمة (Crest): أعلى نقطة في الموجة.

موضع الاتزان (Equilibrium): موضع استقرار الوسط قبل مرور الموجة.

القاع (Trough): أدنى نقطة في الموجة.



سعة الموجة والطاقة

السعة هي أقصى إزاحة للموجة عن موضع الاتزان.
كلما زادت السعة، زادت الطاقة التي تنقلها الموجة.

مثال واقعي:

تسونامي اليابان (2011) - موجات بخصائص دمار هائلة، سرعتها تصل إلى 1000 km/h وطولها الموجي 500 km.

مضاعفة سعة الموجة تؤدي إلى زيادة مقدار الطاقة بمقدار أربعة أضعاف! (الطاقة تتناسب طردياً مع مربع السعة).

التردد
(f - Frequency):
عدد الذبذبات الكاملة الكاملة في الثانية الواحدة.

الوحدة: هرتز (Hz) أو s^{-1}

$$f = \frac{1}{T}$$

تردد الموجة يساوي مقلوب الزمن الدوري.

الزمن الدوري
(T – Period):
مقدار الزمن اللازم لإكمال دورة واحدة كاملة.

الوحدة: ثانية (s)

مفهوم الطور (The Concept of Phase)



في طور واحد (In Phase): النقطتان لهما نفس الإزاحة ونفس السرعة (فرق الطور يساوي °0 أو °360).



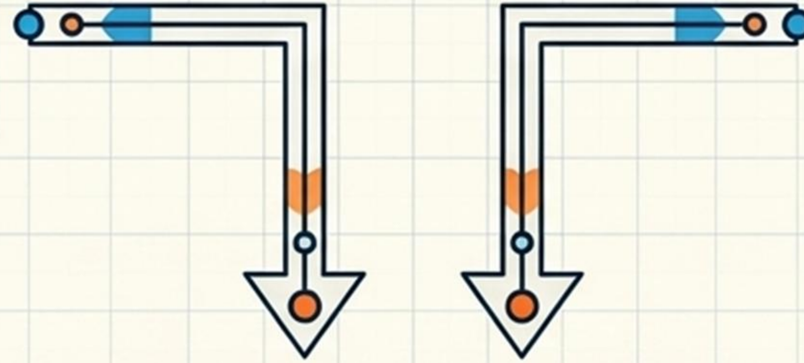
متعاكسان في الطور (Out of Phase): النقطتان متعاكستان في الإزاحة والسرعة (فرق الطور يساوي °180).

السرعة العامة

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

سرعة الموجة

$$v = \lambda f$$

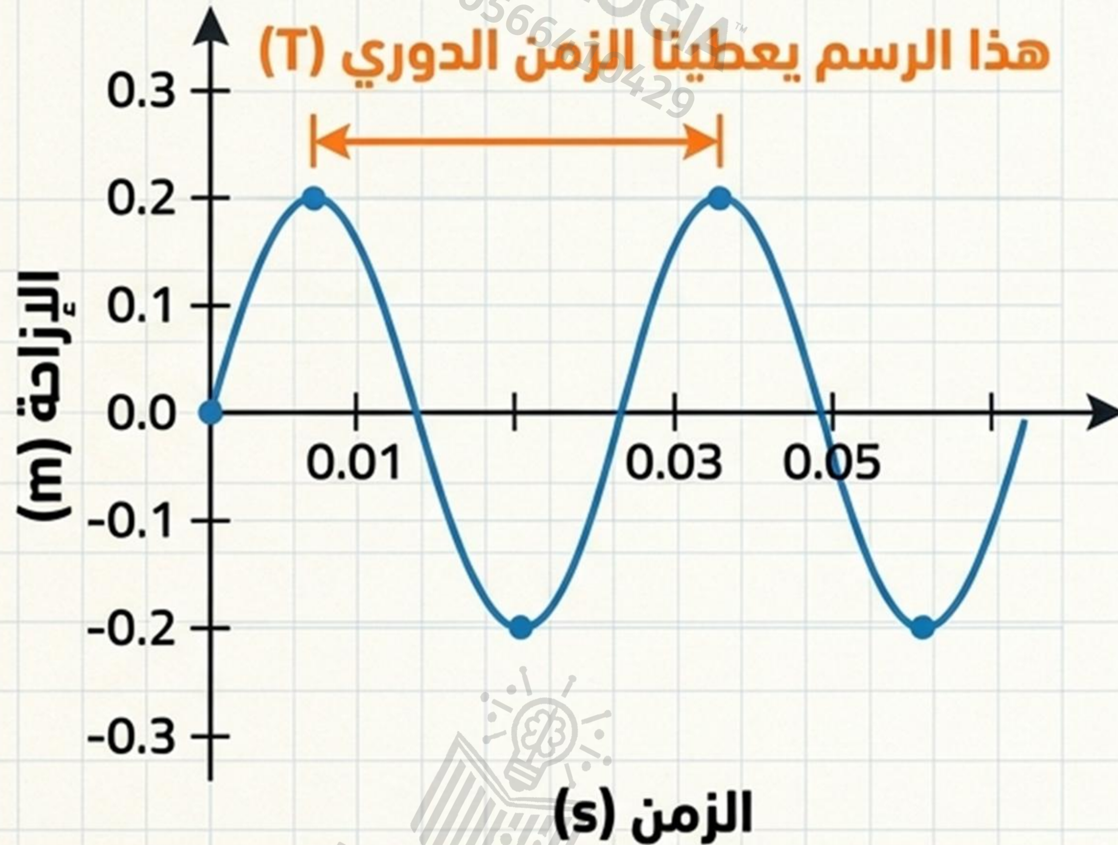


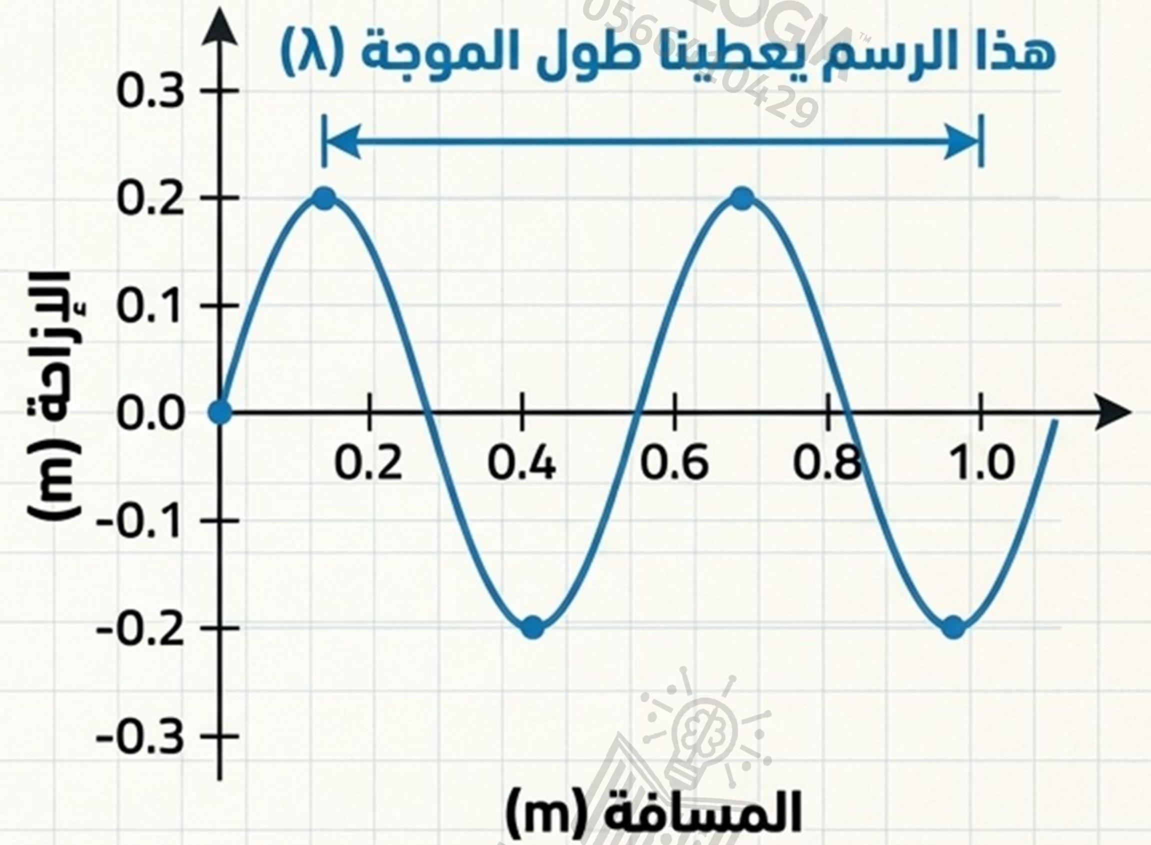


قاعدة ذهبية

سرعة الموجة الميكانيكية تعتمد فقط على طبيعة الوسط الذي تنتقل من خلاله!

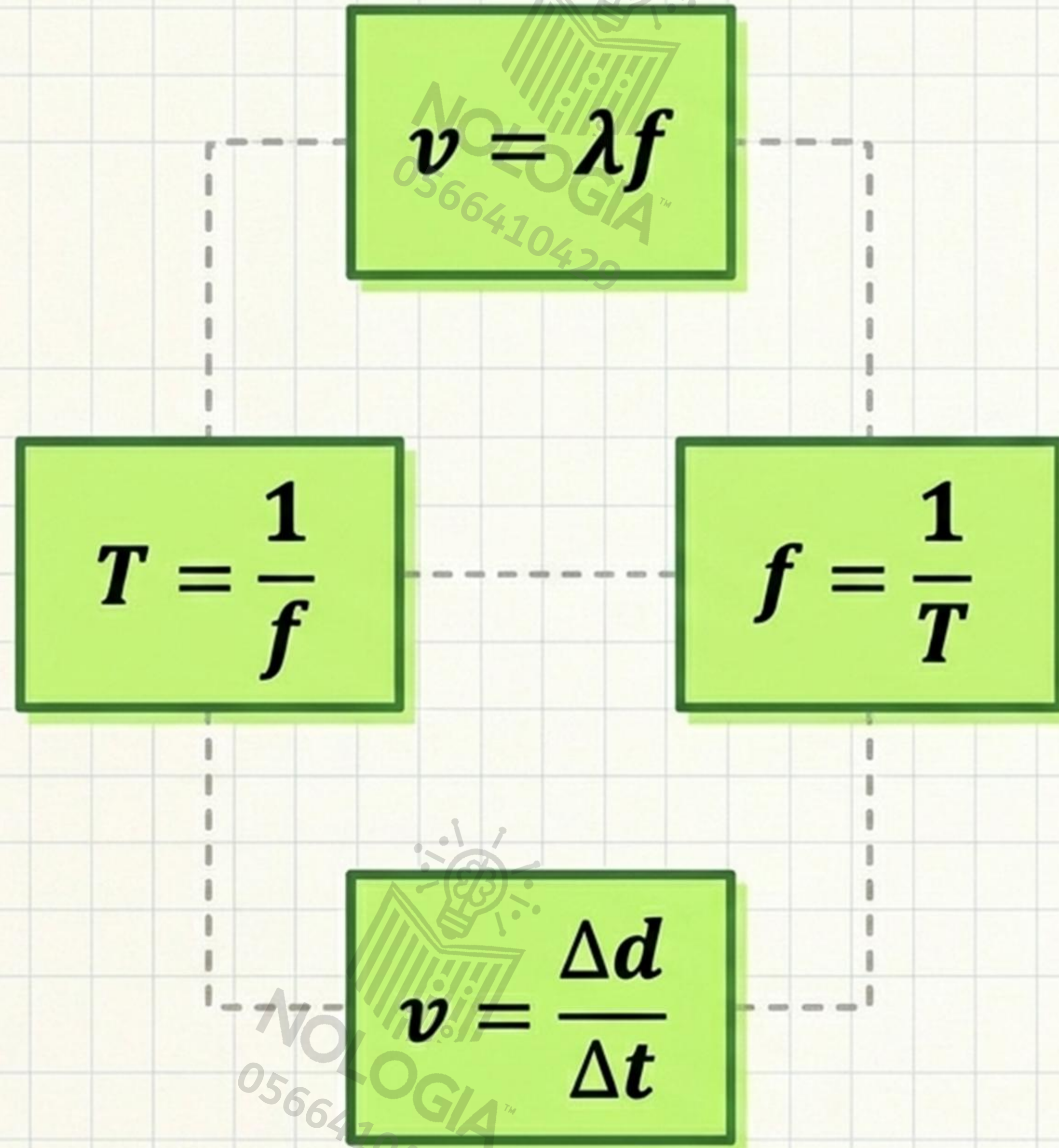
تغيير السعة, التردد, أو طول الموجة لا يغير **السرعة أبداً**. إذا إذا **تغير التردد**, يتغير طول الموجة عكسياً لتبقى السرعة ثابتة.





الانتباه لمحور السينات (X-axis) هو مفتاح الحل في الاختبارات!

صندوق القوانين المتكامل



المتغيرات والوحدات
v : السرعة (m/s)
λ : طول الموجة (m)
f : التردد (Hz)
T : الزمن الدوري (s)
d : المسافة (m)
t : الزمن (s)

مثال تطبيقي 1

المسألة والمعطيات

موجة صوتية ترددها H2 Hz تقطع مسافة 91.4 m خلال 0.271 s.

$f = 192$
$d = 91.4$
$t = 0.271$

الحل الرياضي

$$v = \frac{d}{t} = \frac{91.4}{0.271} = 337 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{337}{192} = 1.76 \text{ m}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{192} = 0.00521 \text{ s}$$

خطوات التفكير

1. نوجد السرعة باستخدام المسافة والزمن.
2. نستخدم السرعة والتردد لإيجاد طول الموجة.
3. نوجد الزمن الدوري من خلال مقلوب التردد.

مثال تطبيقي 1 - الجزء الثاني

ماذا يحدث إذا تغير التردد إلى 442 Hz؟

بما أن الوسط لم يتغير (نفس الهواء)، فإن السرعة تبقى ثابتة!. $v = 337\ \text{m/s}$.

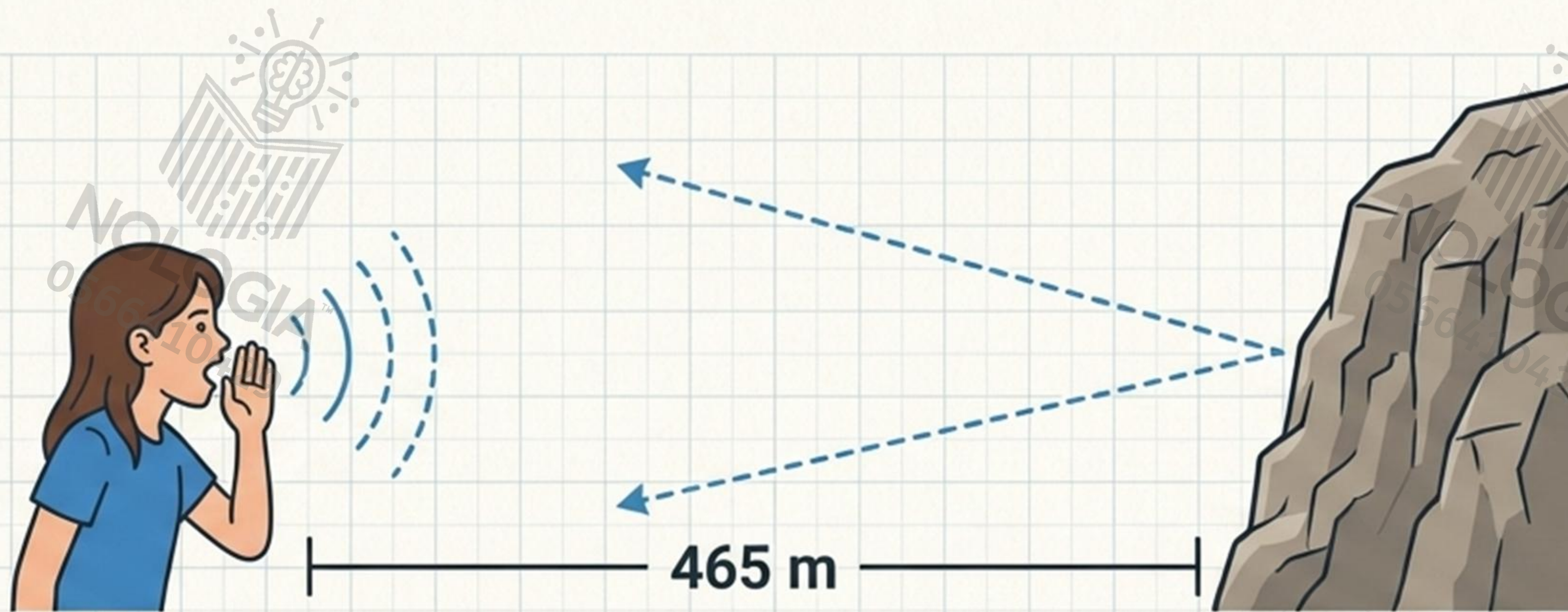
حساب الطول الموجي الجديد:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{337}{442} = 0.762\ \text{m}$$

حساب الزمن الدوري الجديد:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{442} = 0.00226\ \text{s}$$

نلاحظ أن التردد زاد، فقل الطول الموجي، وظلت السرعة ثابتة.



فتاة تصدر صوتاً باتجاه منحدر. سمعت صدى الصوت بعد مرور 2.75. ما سرعة الصوت؟

انتبه للصدى!

الزمن المعطى هو لرحلة الذهاب والإياب (Round trip).
يجب قسمة الزمن الكلي على 2 لإيجاد زمن وصول الصوت للمنحدر فقط (t = 2.75 / 2 = 1.375 s).

$$v = \frac{d}{t} \qquad v = \frac{465}{1.375} = 338\ m/s$$

المراجعة النهائية

الطاقة والسعة

الموجات تنقل الطاقة لا المادة.
وطاقة الموجة تتناسب مع مربع سعتها.

قاعدة السرعة

سرعة الموجة تعتمد حصرياً على الوسط.
الوسط. لا تتأثر بالتردد أو السعة.

التمثيل البياني

رسم (المسافة-الإزاحة) يعطي λ.
ورسم (الزمن-الإزاحة) يعطي T.

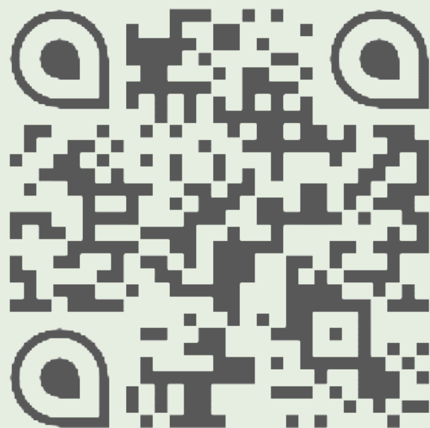
القوانين والخدع

تذكر العلاقة الذهبية $\lambda f = v$، وانتبه
لمسائل الصدى (رحلة ذهاب وإياب).




الوحدة (13): الاهتزازت والموجات

الدرس الثالث:
03 سلوك الموجات



لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR






الدليل المرئي الشامل: سلوك الموجات

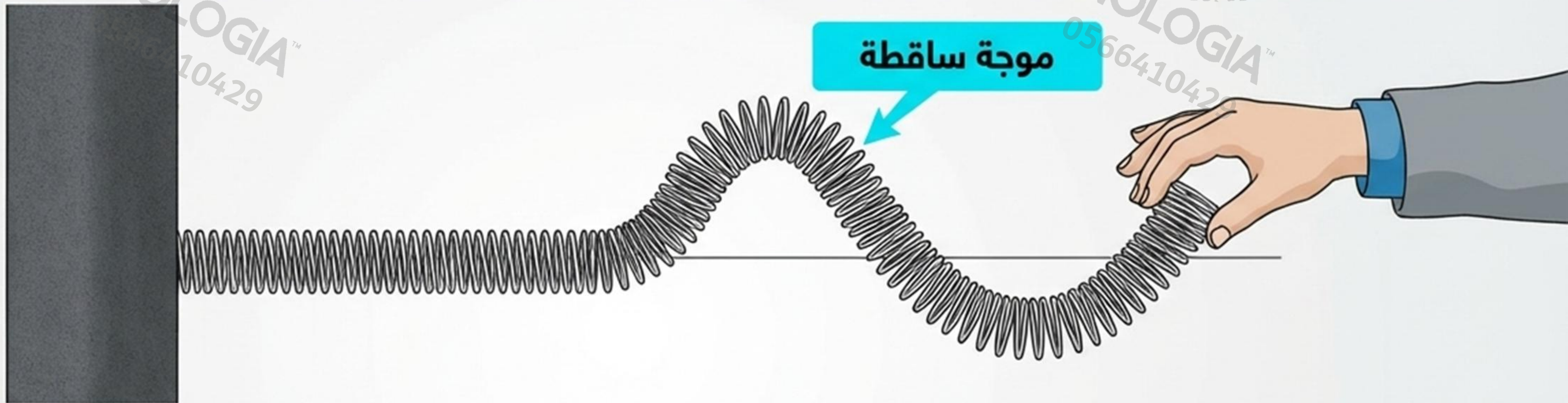
من الأبعاد الأحادية إلى التطبيقات الهندسية

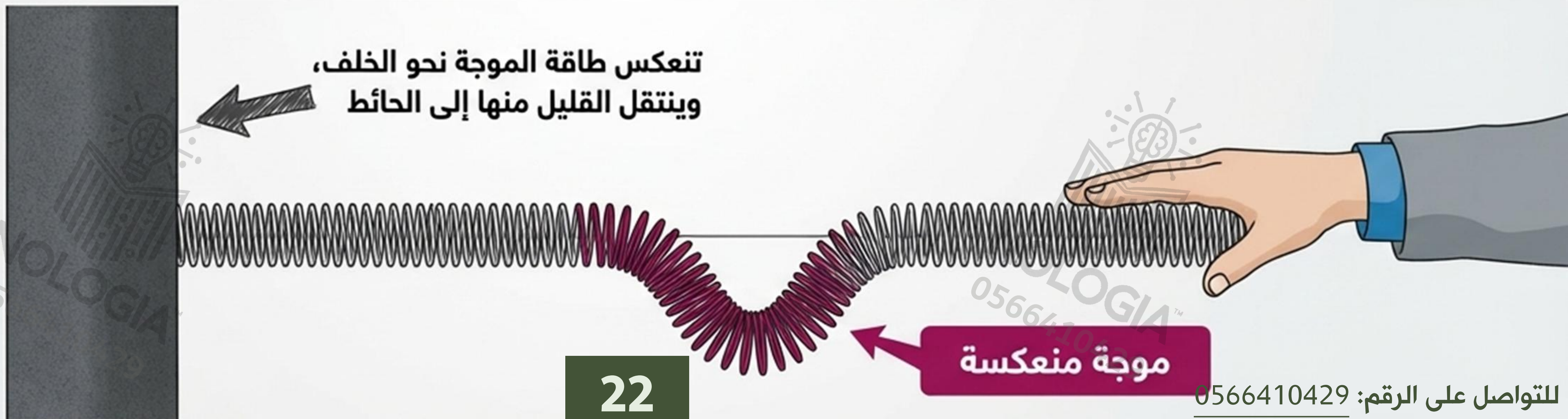


دفتر المختبر التفاعلي - فيزياء متقدمة

الحدود الثابتة

عندما تصطدم موجة بحد فاصل صلب، تنعكس الموجة مقلوبة نحو الأسفل، مع بقاء سعتها ثابتة تقريباً.

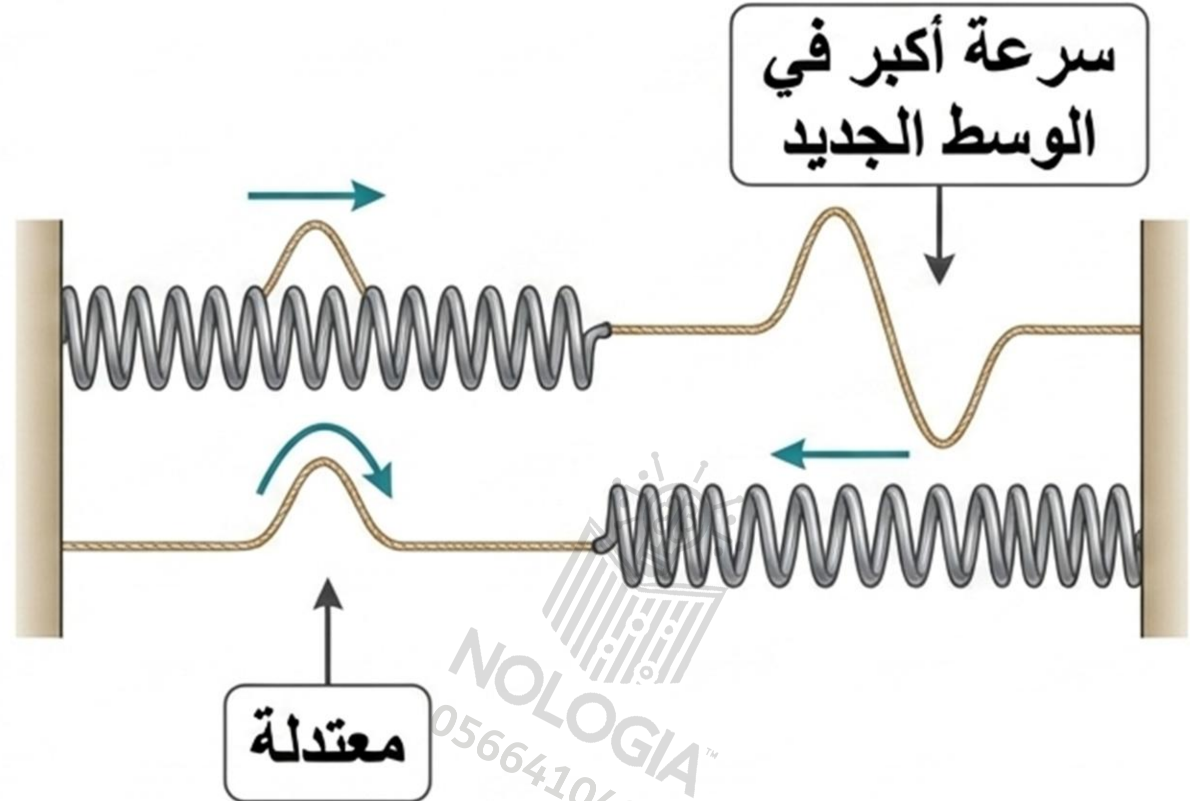




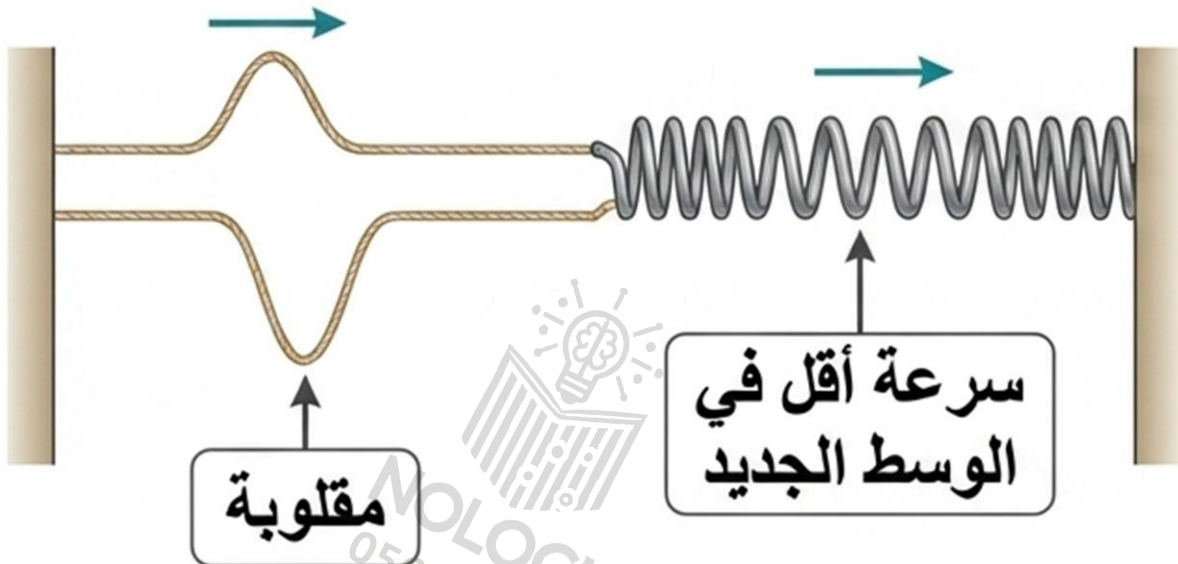
سلوك الموجة عند تغير الوسط

تعتمد سرعة الموجة على خصائص الوسط الذي تنتقل فيه.

من نابض سميك إلى خفيف

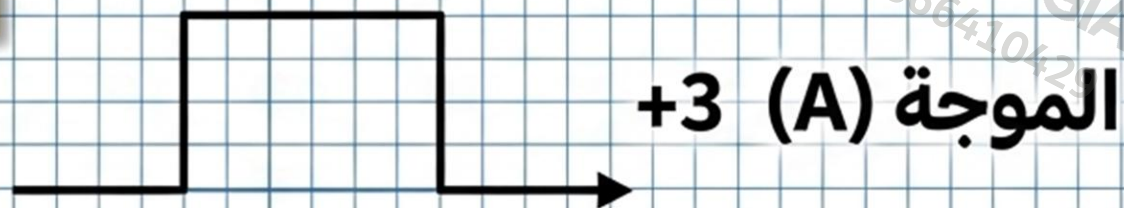


من نابض خفيف إلى سميك



مبدأ التراكب: الجمع الجبري للموجات

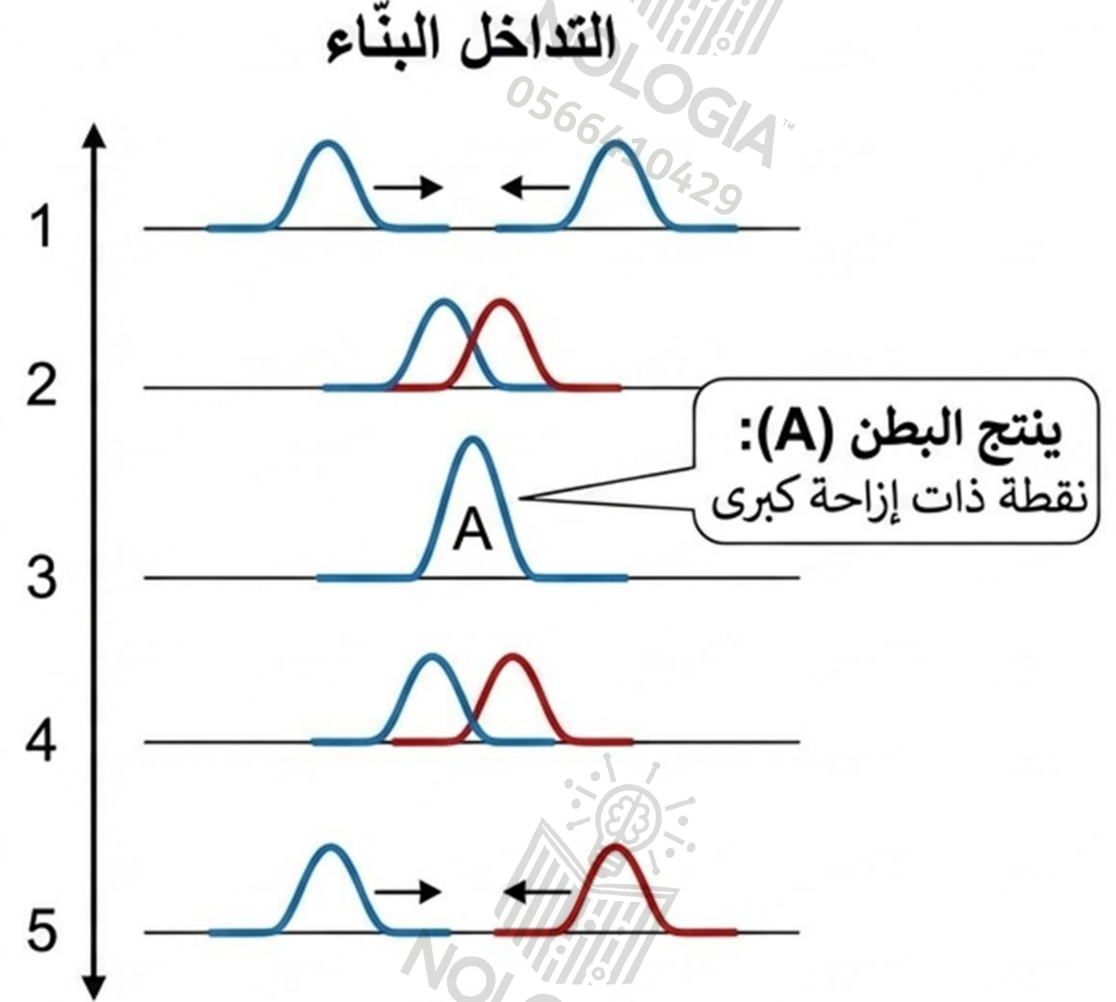
الإزاحة في الوسط الناتج عن موجتين أو أكثر هي المجموع الجبري للإزاحات الناتجة عن كل موجة على حدة.

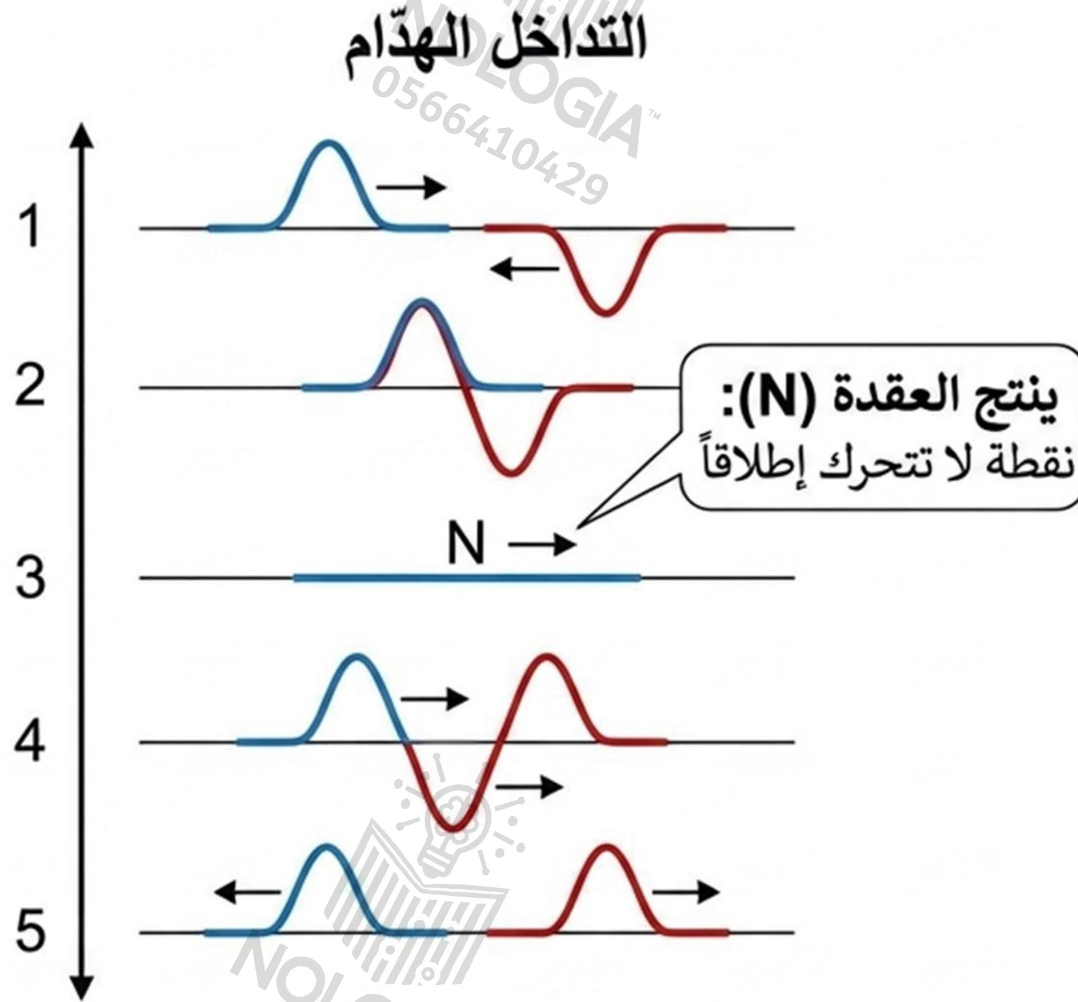






مصفوفة التداخل: البنّاء مقابل الهدّام

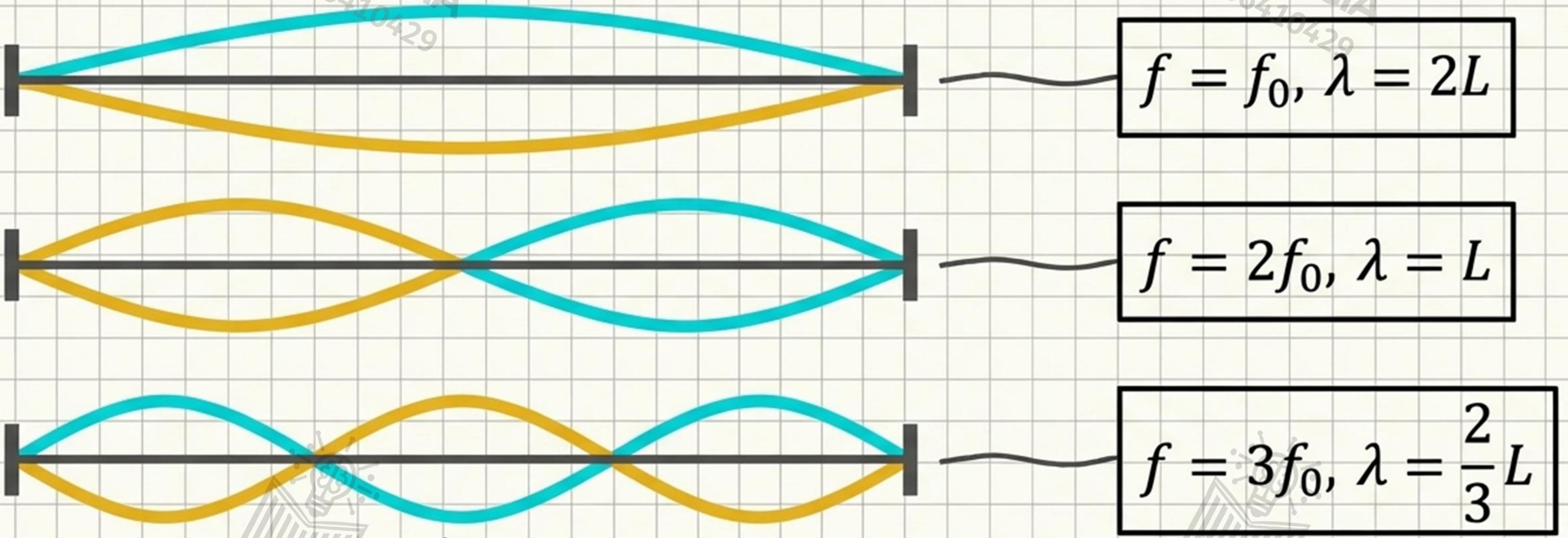




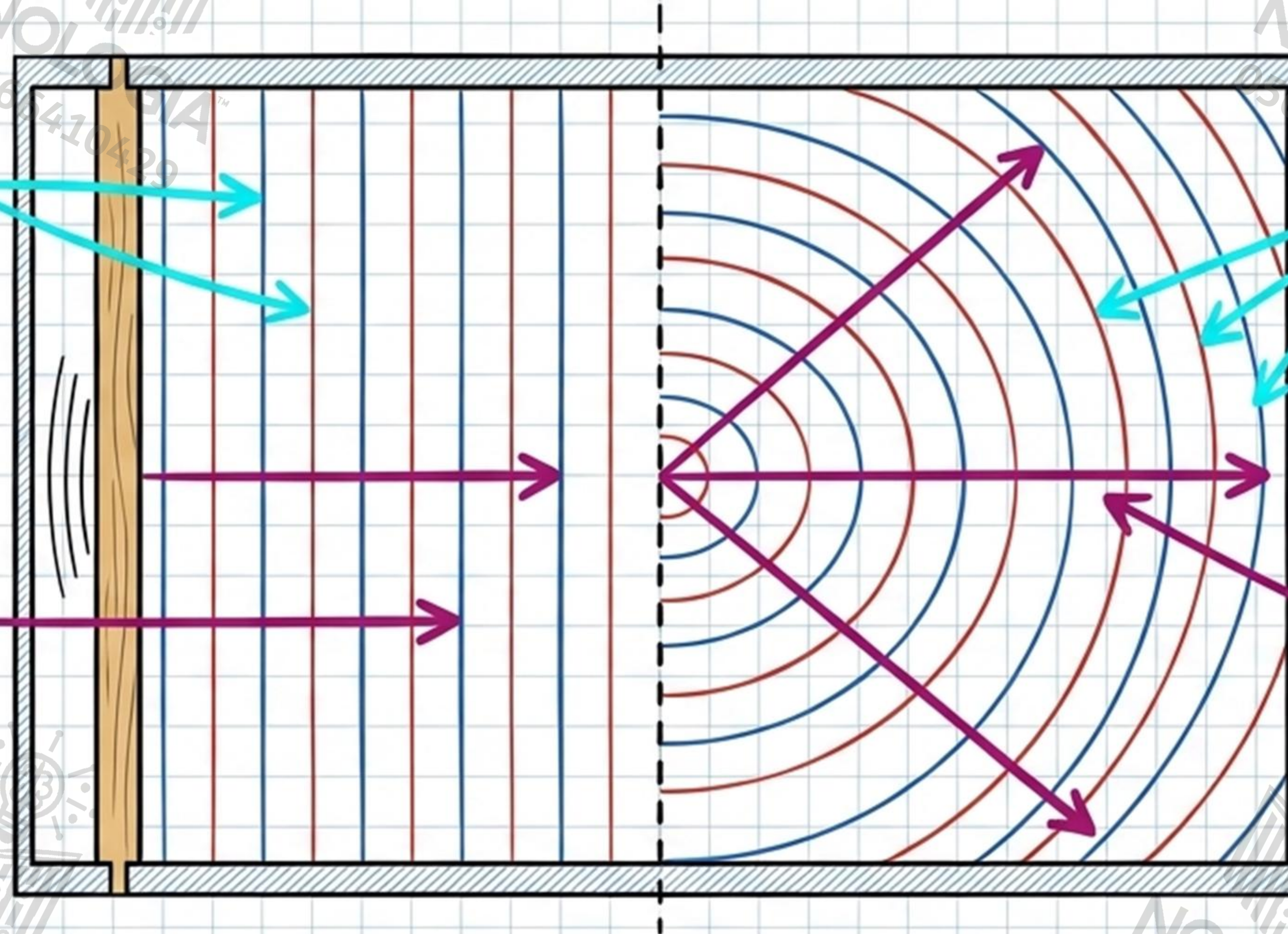
مثال تطبيقي: طرد معيق في مباراة بسبب ارتكابه مخالفة

الموجات المستقرة: رنين التداخل

Rule Box موجة تبدو كأنها ساكنة، وتتولد نتيجة تداخل موجتين تتحركان في اتجاهين متعاكسين.



الانتقال إلى بُعدين: حوض الموجات



Rule Box

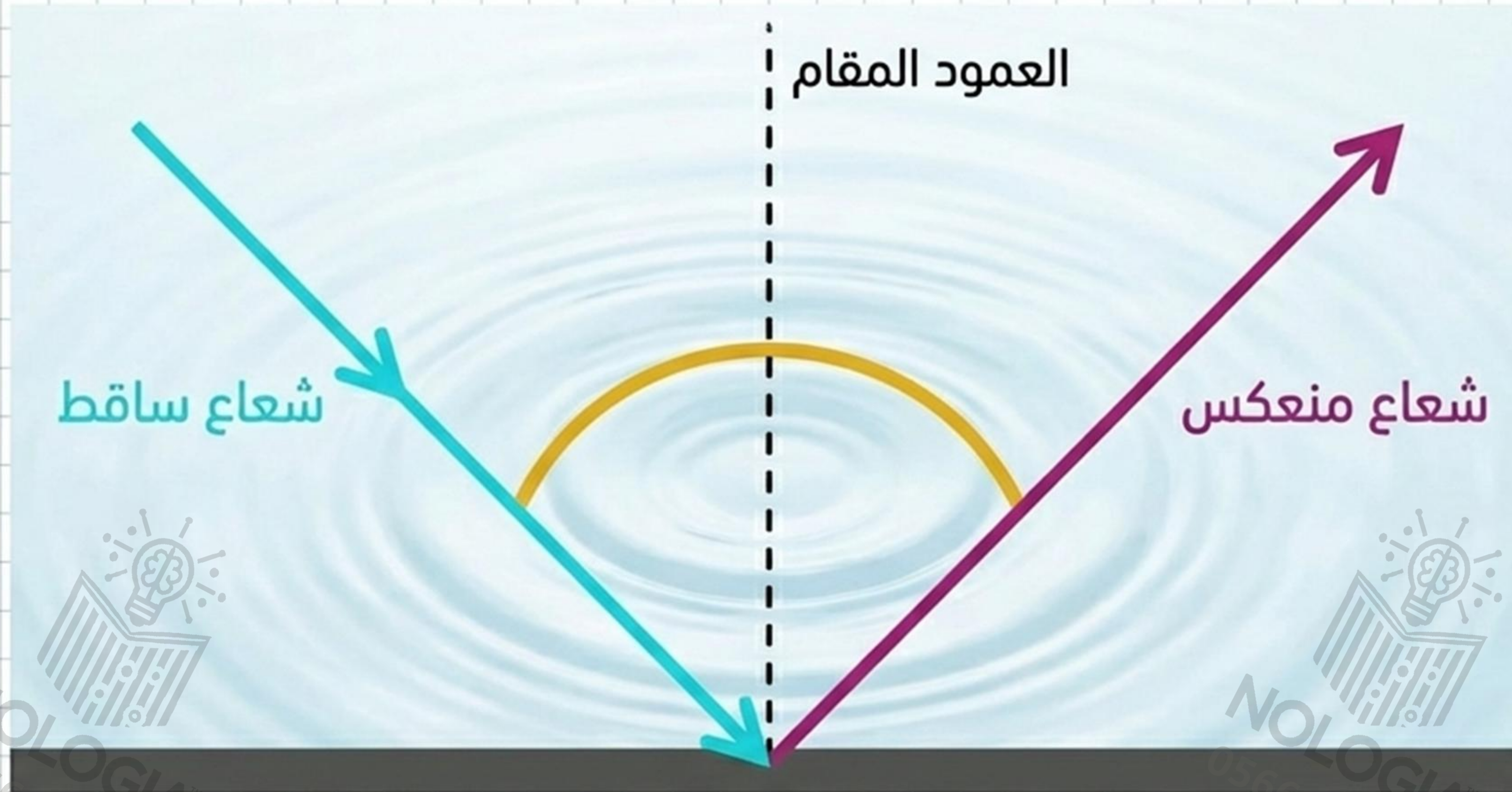
الطول الموجي هو المسافة من مقدمة موجة إلى التي تليها.

الانعكاس في بُعدين

Rule Box

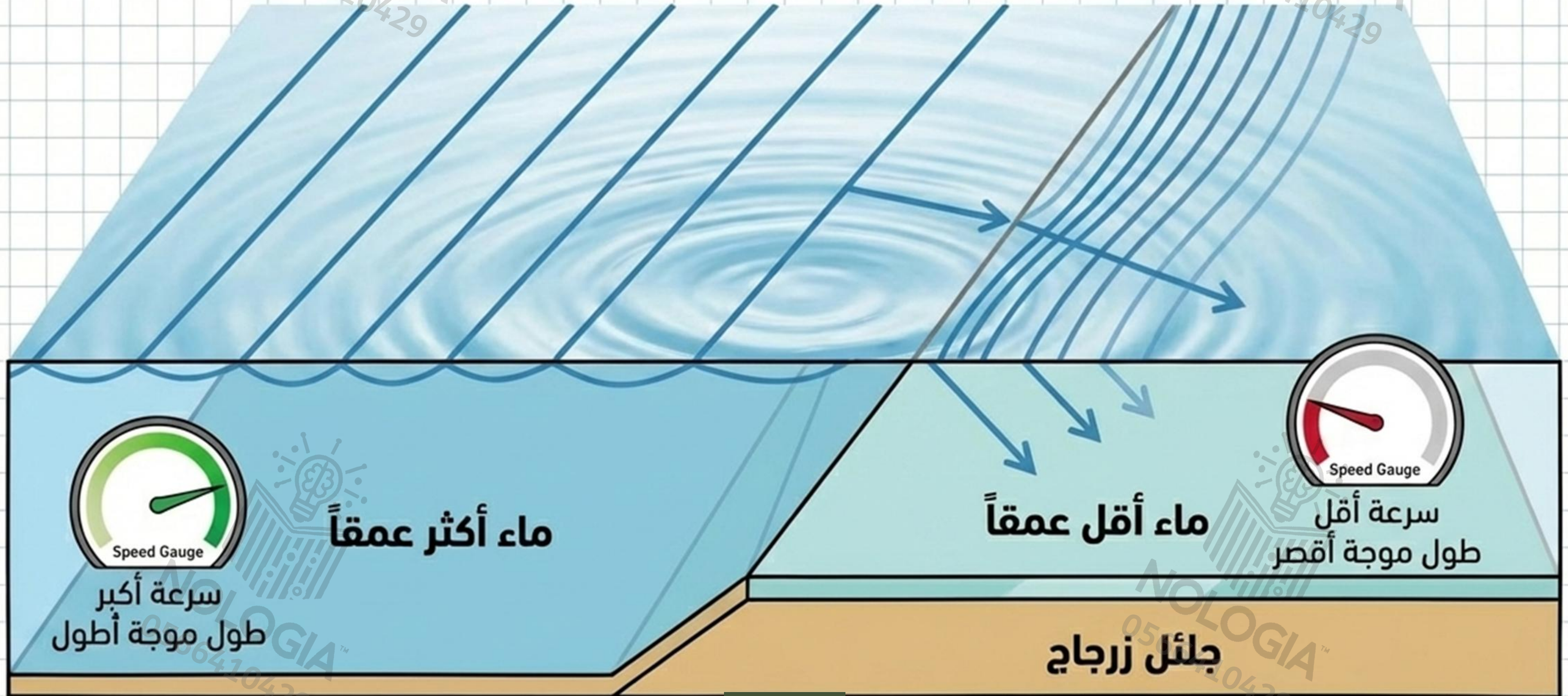
قانون الانعكاس: زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس.

تقاس الزوايا دائماً بالنسبة إلى العمود المقام.



الانكسار: تغيّر السرعة والاتجاه

Rule Box
يحدث الانكسار نتيجة تغيّر سرعة الموجة عند انتقالها بين وسطين مختلفين.

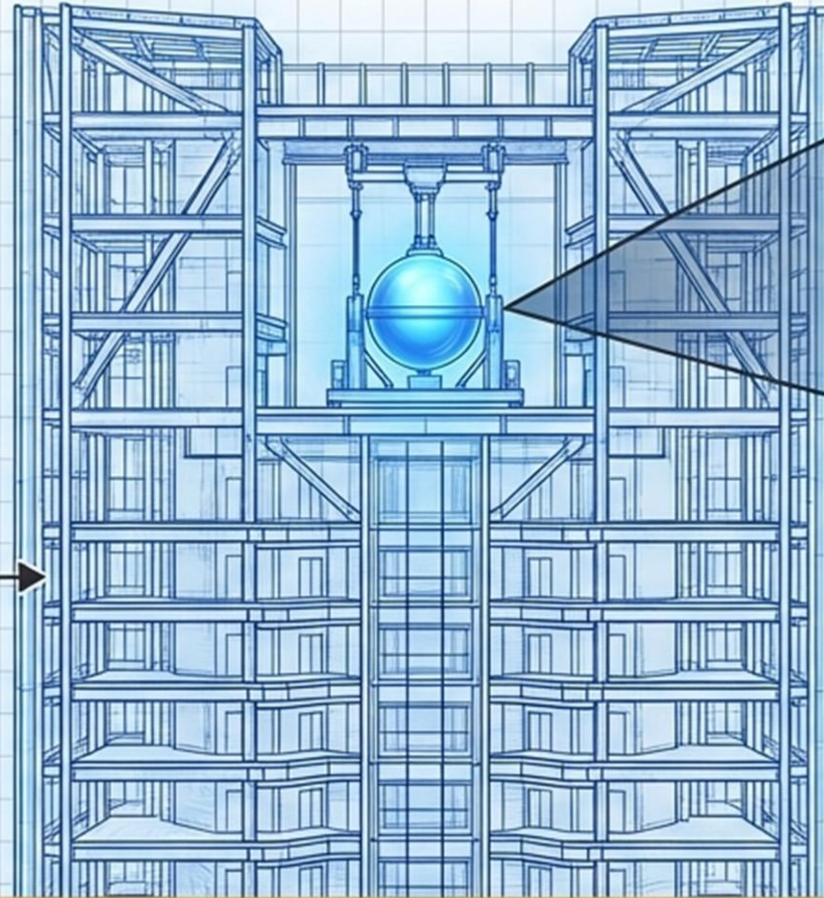


مقارنة سلوك الموجات في بُعدين

الانعكاس	الانكسار
• **ماذا يتغير؟:** الاتجاه فقط	• **ماذا يتغير؟:** الاتجاه، السرعة، والطول الموجي
• **السرعة والطول الموجي:** ثابتان	• **التردد:** ثابت
• **السبب:** الارتداد عن حاجز	• **السبب:** الانتقال بين وسطين مختلفين الكثافة/العمق
• **مثال:** صدى الصوت، المرايا	• **مثال:** قوس المطر، المياه الضحلة

التطبيق الهندسي: إنقاذ ناطحات السحاب

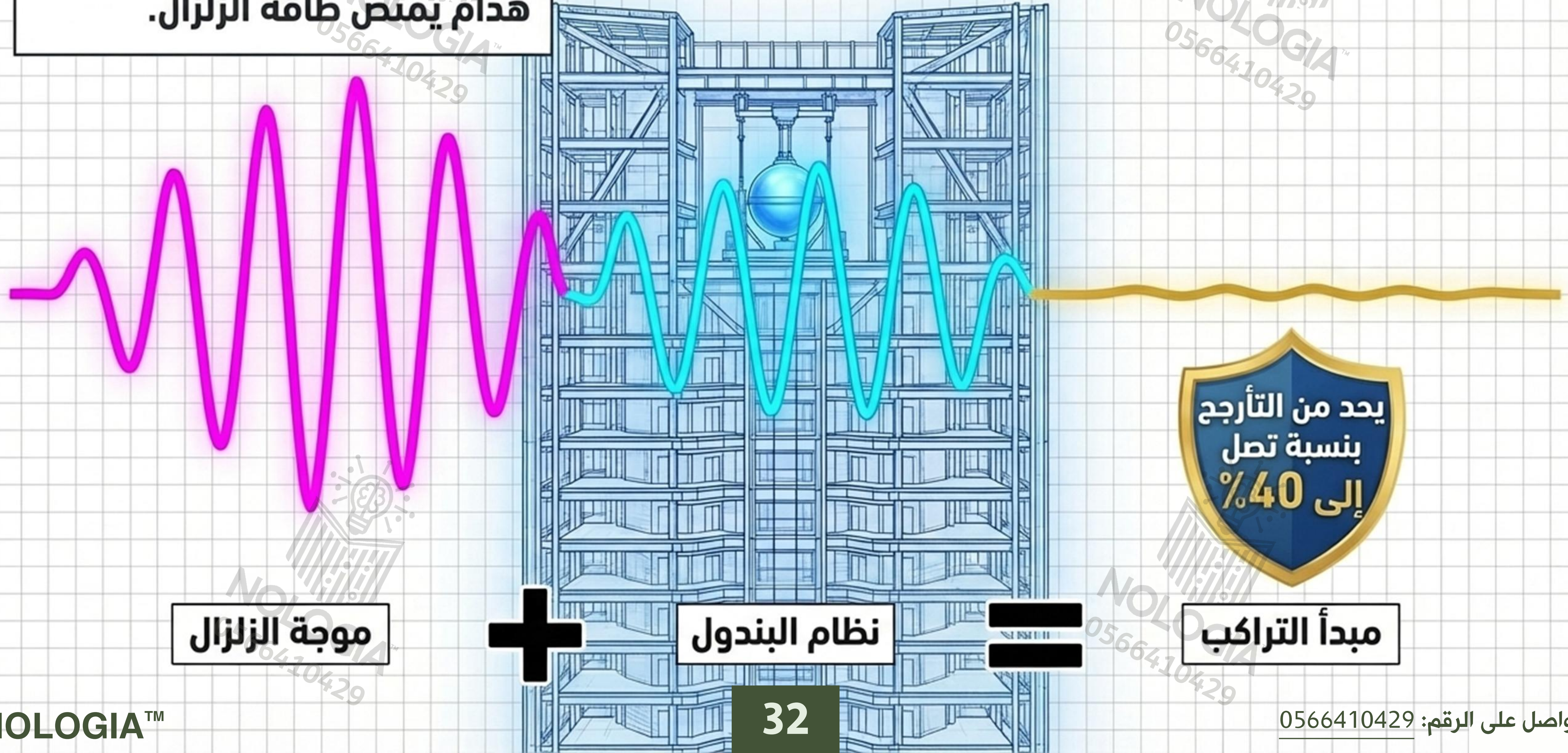
برج لاند مارك في يوكوهاما، اليابان



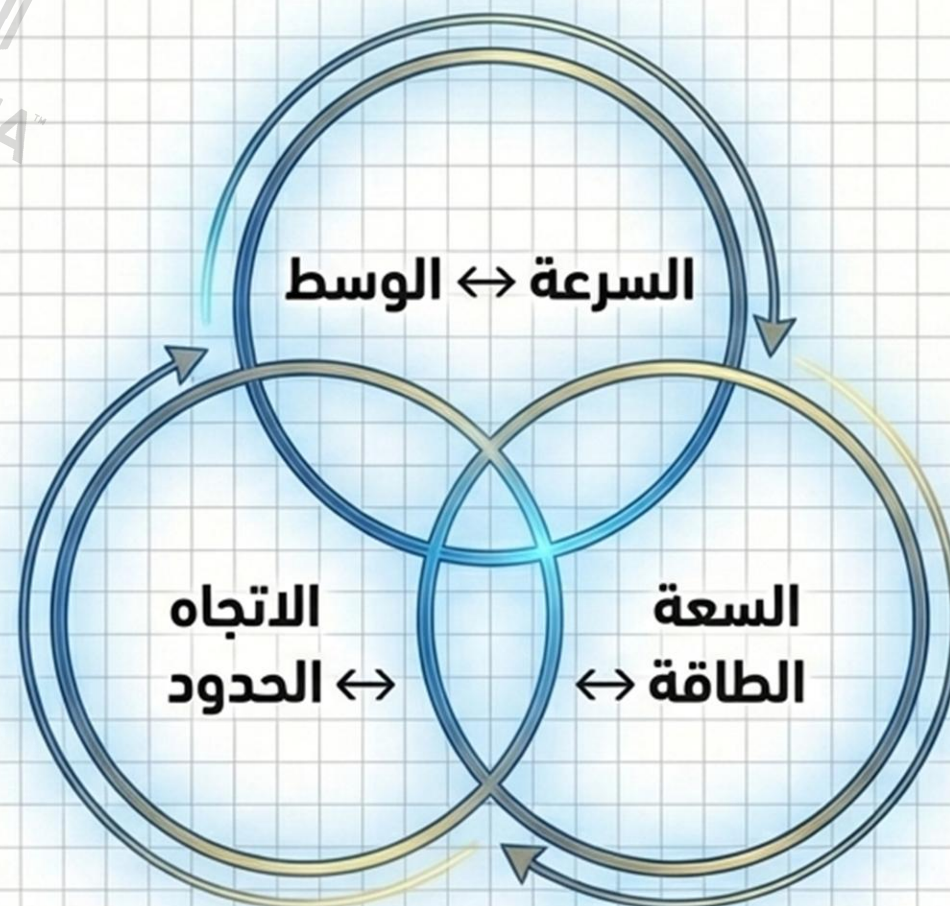
كيف تحمي هذه الكتلة المبنى من زلازل مدمرة؟
الإجابة تكمن في "التداخل الهدّام".

آلية العمل: التداخل الهدّام في الواقع

يعمل البندول كموجة معاكسة.
عند التقاء الموجتين، يحدث تداخل هدّام يمتص طاقة الزلزال.



اللغة الشاملة للموجات



كل ظواهر الموجات المعقدة، من قطرة ماء إلى زلزال،
تحكمها هذه المبادئ الثلاثة.

الملخص الشامل للطالب

الحد الثابت: السرعة (ثابتة)، السعة (ثابتة)، الطور (مقلوبة).
تغير الوسط: السرعة (تتغير)، الطول الموجي (يتغير)، التردد (ثابت).
التداخل البناء: الإزاحة الكلية = المجموع (أكبر سعة - بطن).
التداخل الهدام: الإزاحة الكلية = الفرق (صفر - عقدة).
الانعكاس: زاوية السقوط = زاوية الانعكاس ، الاتجاه فقط يتغير.
الانكسار: يتغير الاتجاه، السرعة، والطول الموجي مع تغير العمق.







الوحدة (14): الصوت

	عنوان القسم	الصفحة
14-1	خصائص الصوت والكشف عنه	36
14-2	الفيزياء والموسيقى	49



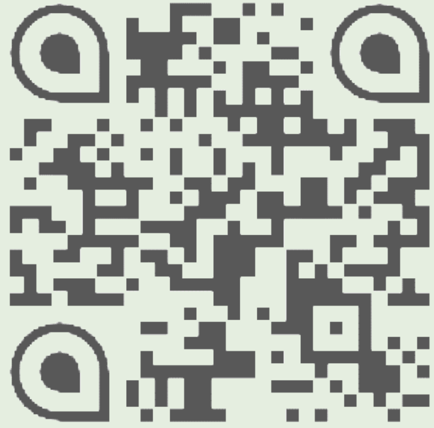






الوحدة (14): الصوت

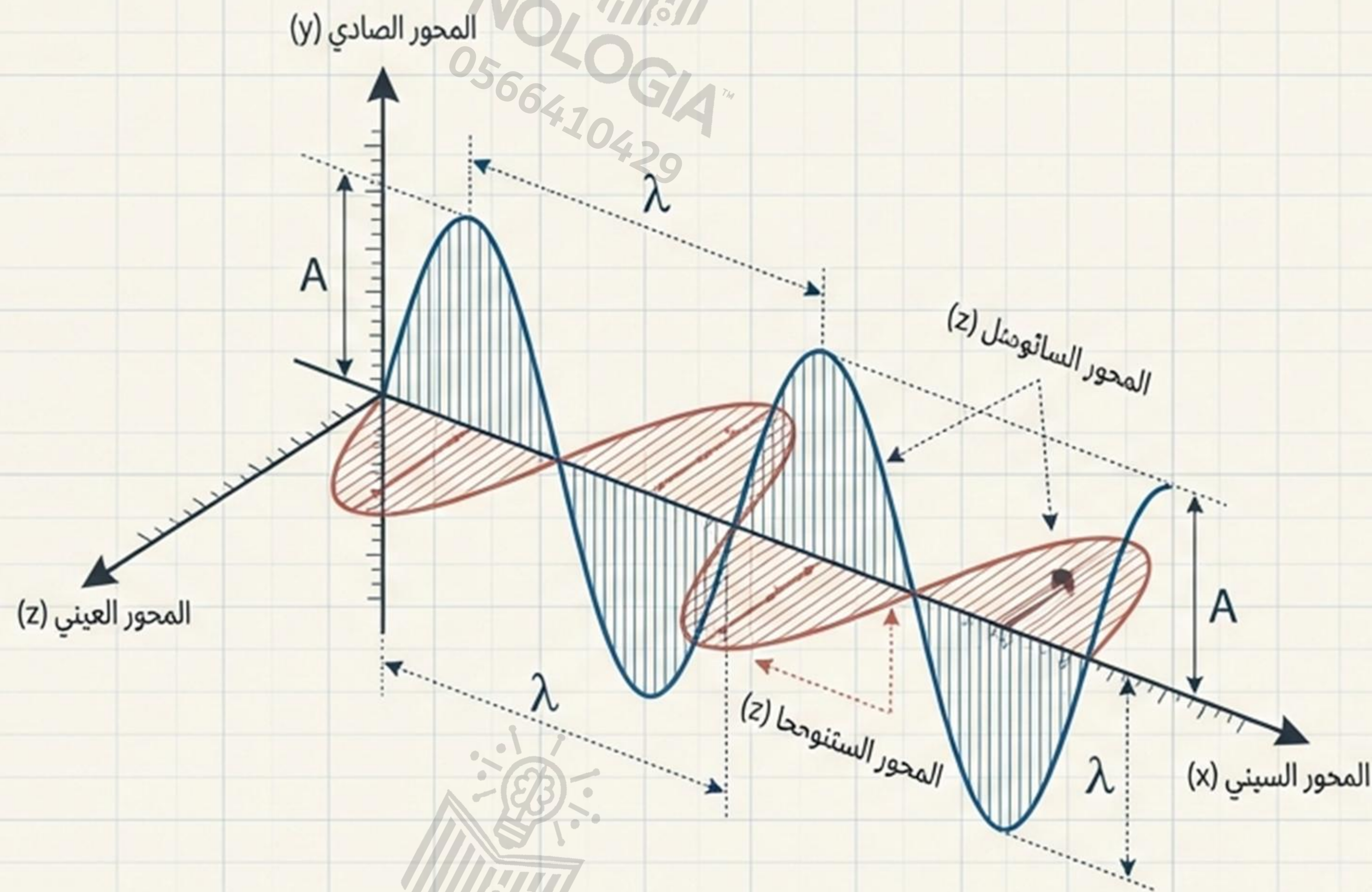
01 الدرس الأول:
خصائص الصوت والكشف عنه









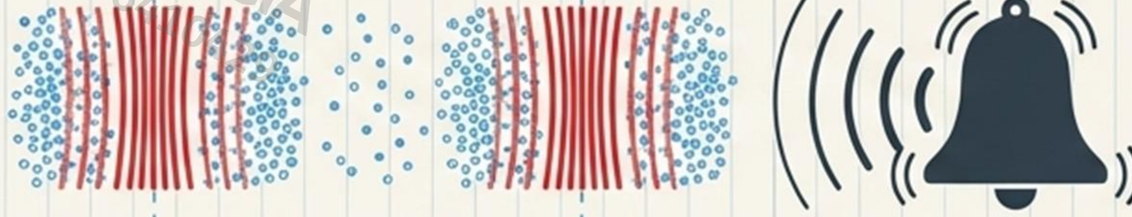


المخطط الصوتي: خصائص الصوت والكشف عنه

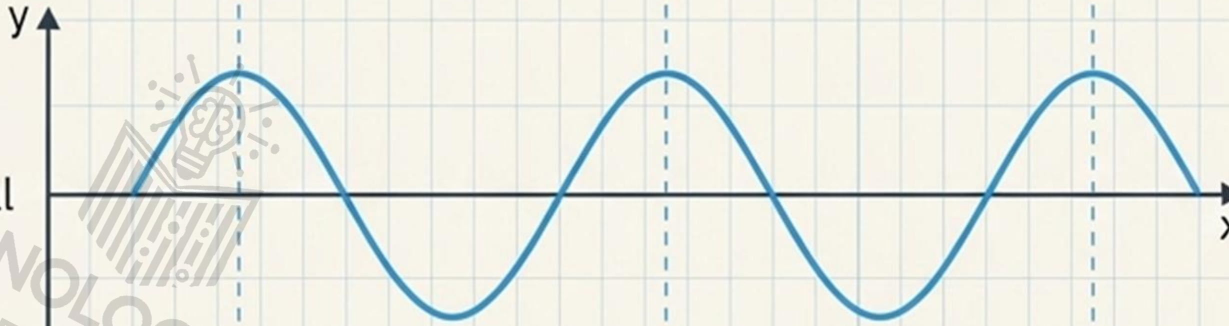
الدليل الشامل في الفيزياء: من الاهتزازات غير المرئية إلى الحسابات الرياضية



تشريح الموجة الصوتية: انتقال الطاقة، لا المادة







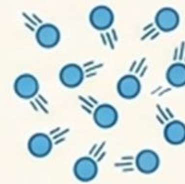
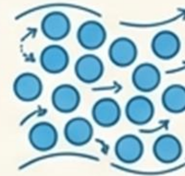
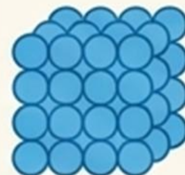
الموجة الصوتية: تغيرات في الضغط تنتقل خلال المادة.

مناطق ضغط مرتفع تتوافق مع قمم المنحنى، ومناطق ضغط منخفض تتوافق مع القيعان.

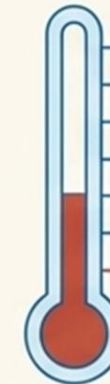
الصوت موجة طولية، حيث تهتز جزيئات الهواء في اتجاه موازٍ لاتجاه حركة الموجة.

سرعة الصوت: تأثير الوسط ودرجة الحرارة

مصفوفة الوسط

الهواء (غاز)		343 m/s (20°C)
الماء (سائل)		1497 m/s (25°C)
الحديد (صلب)		4994 m/s (20°C)

$$v = 343\,\frac{m}{s} + (0.6\,\frac{m}{s}/°C)T$$



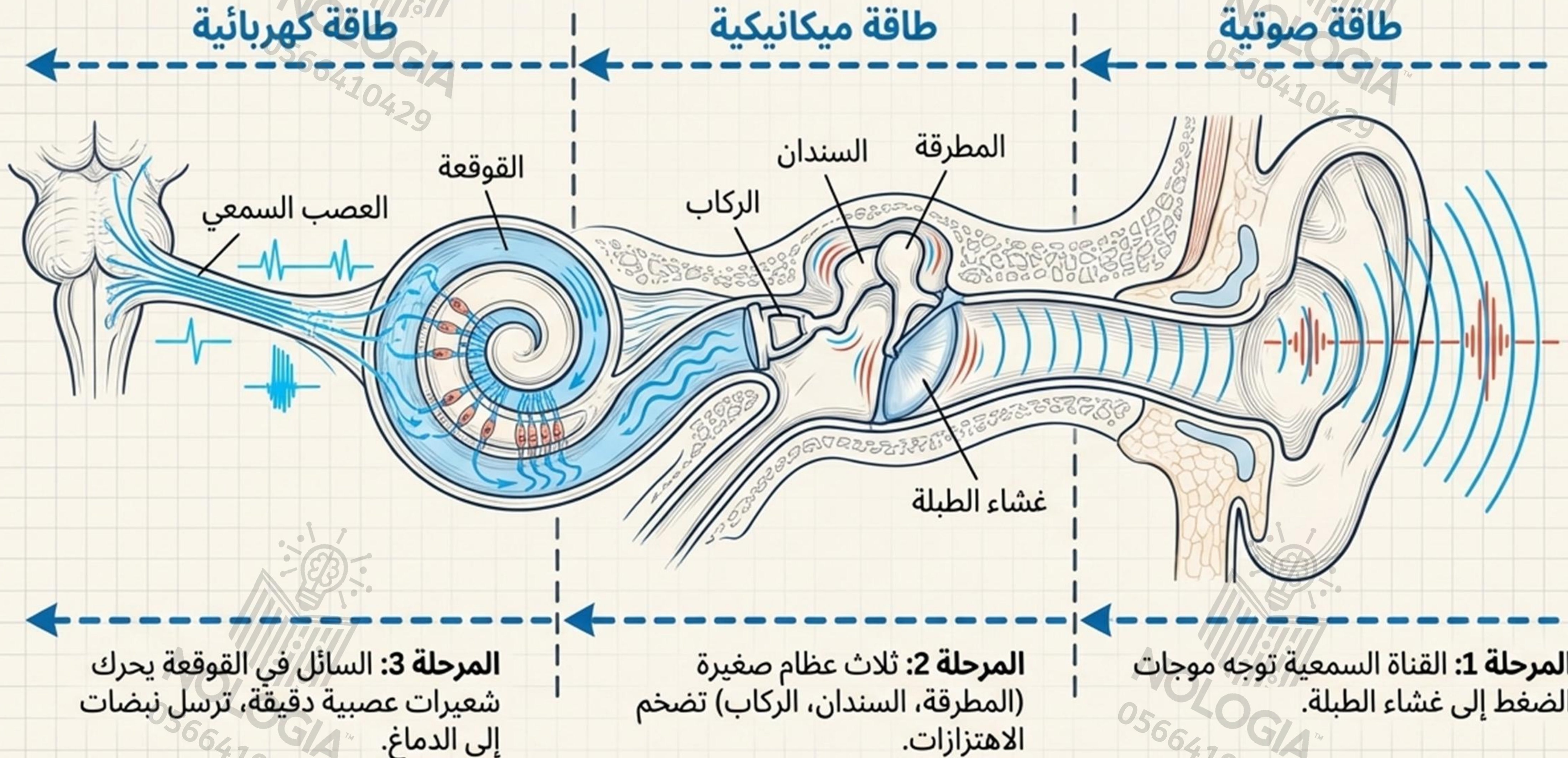
تعتمد سرعة الصوت في الهواء على درجة الحرارة. تزداد

السرعة بمقدار 0.6 m/s لكل زيادة قدرها 1°C.

لماذا ينتقل الصوت أسرع في المواد الصلبة؟

لأن الجسيمات المتقاربة تتصادم وتنقل الطاقة الحركية بشكل أسرع من الغازات.

الأذن البشرية: محول طاقة ثلاثي المراحل



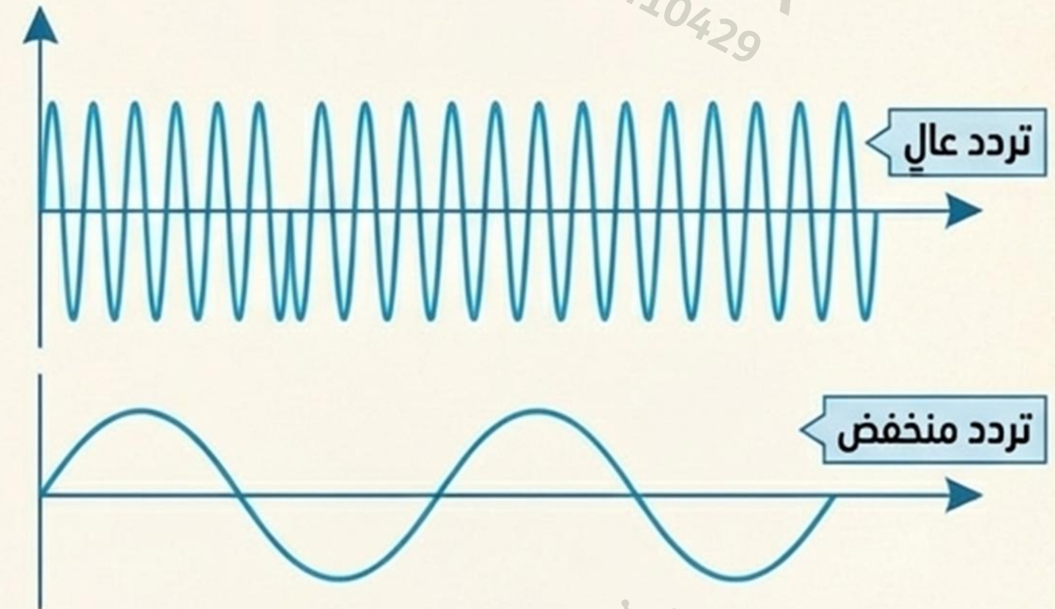
المرحلة 1: القناة السمعية توجه موجات الضغط إلى غشاء الطبلة.

المرحلة 2: ثلاث عظام صغيرة (المطرقة، السندان، الركاب) تضخم الاهتزازات.

المرحلة 3: السائل في القوقعة يحرك شعيرات عصبية دقيقة، ترسل نبضات إلى الدماغ.

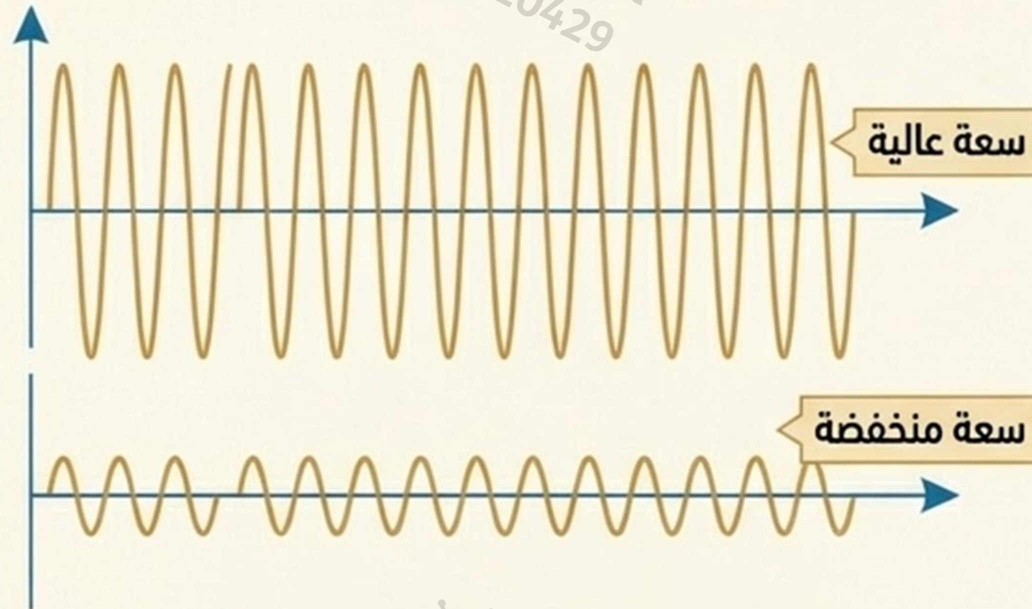
إدراك الصوت: حدة الصوت مقابل شدته

حدة الصوت (Pitch)



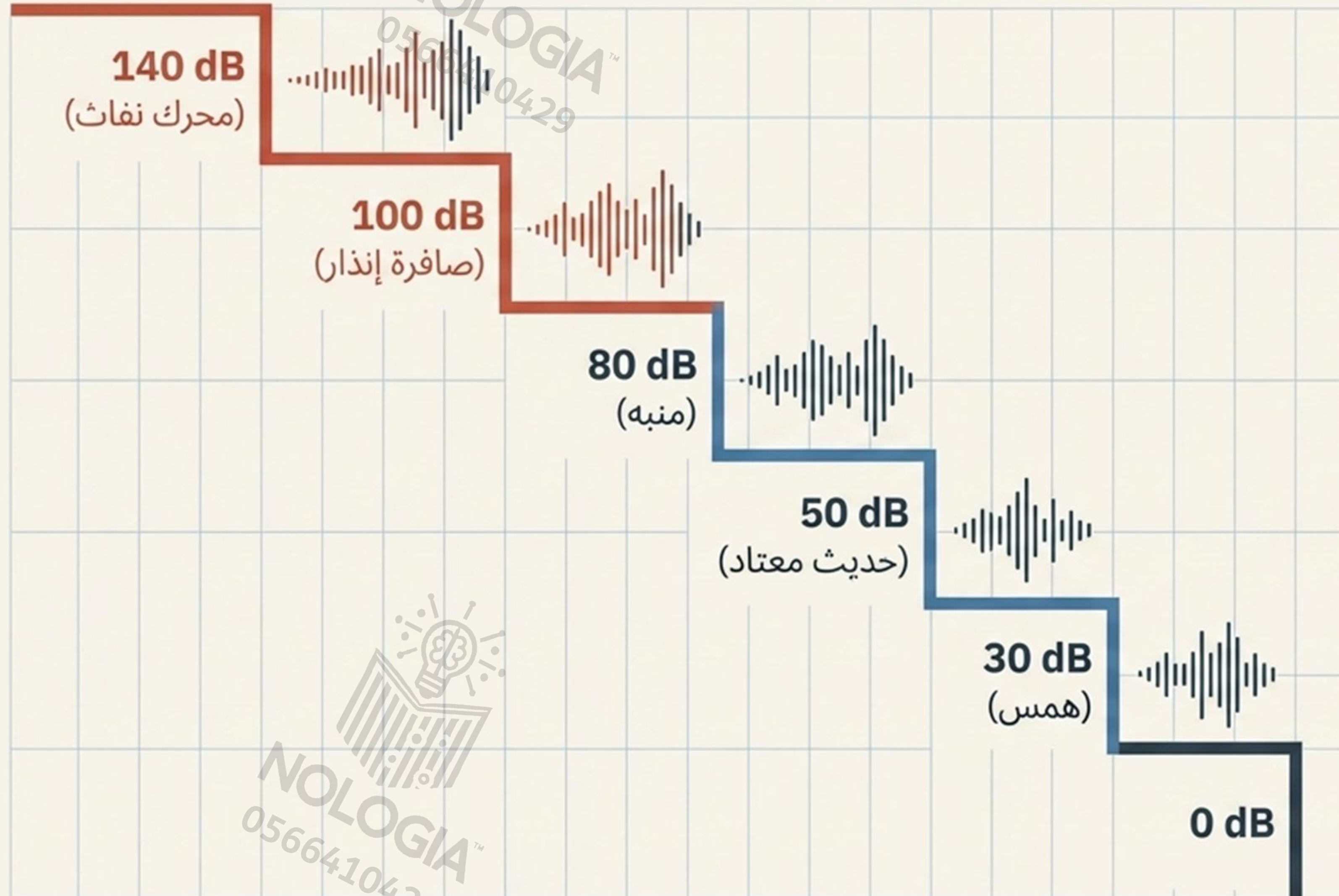
- تعتمد على تردد الاهتزاز (Frequency).
- النطاق البشري: من 20 Hz إلى 16,000 Hz.
- مثال: النغمة C الوسطى في البيانو هي 262 Hz.

شدة الصوت (Loudness)



- تعتمد على سعة موجة الضغط (Amplitude).
- الأذن حساسة لنطاق هائل: من 2×10^{-5} Pa (أضعف صوت) إلى 20 Pa (عتبة الألم).
- للمقارنة: الضغط الجوي العادي هو 101×10^{5} Pa (1 atm).

مقياس الديسيبل: لماذا نستخدم مقياساً لوغاريتمياً؟



1. **المبدأ الأساسي:** يعتمد مستوى الصوت على نسبة ضغط الموجة إلى الضغط المرجعي (0 dB).

2. **قاعدة العشرات:**

زيادة بمقدار 20 dB تعني أن ضغط الموجة زاد بمقدار 10 أضعاف.

زيادة بمقدار 10 dB يدركها الإنسان كأنها تضاعف في علو الصوت.

التعرض الطويل لمستويات أعلى من 100 dB يسبب تلفاً دائماً في خلايا السمع.

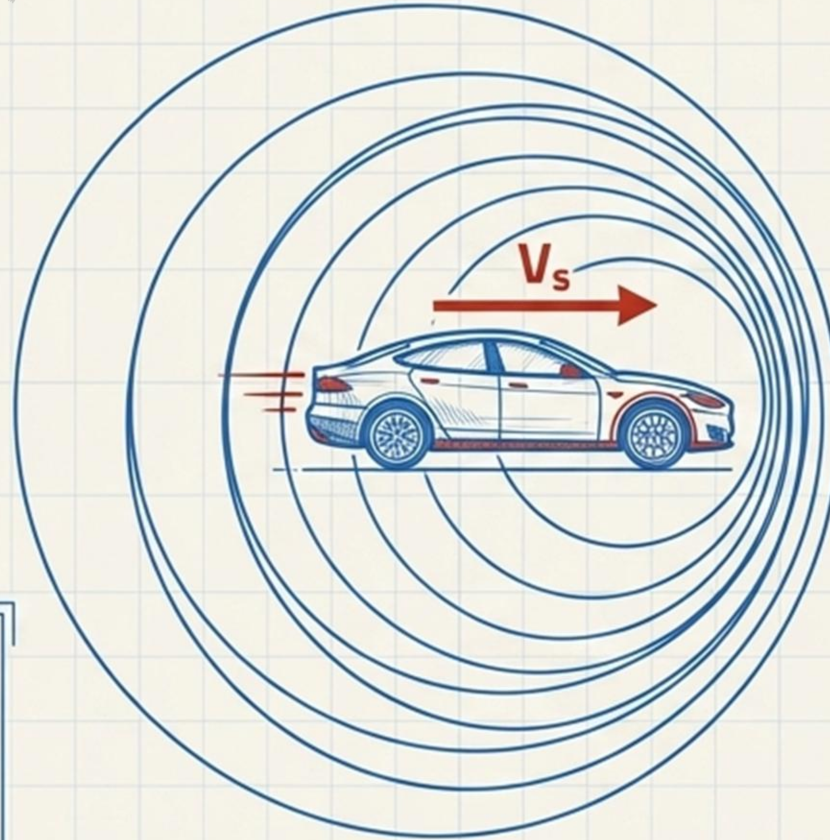
سدادات الأذن تخفض الصوت بمقدار 10 dB إلى 25 dB.

تأثير دوبلر: عندما يتحرك مصدر الصوت

التغير في تردد الصوت الناتج عن حركة المصدر أو المراقب.



المراقب A





المراقب B

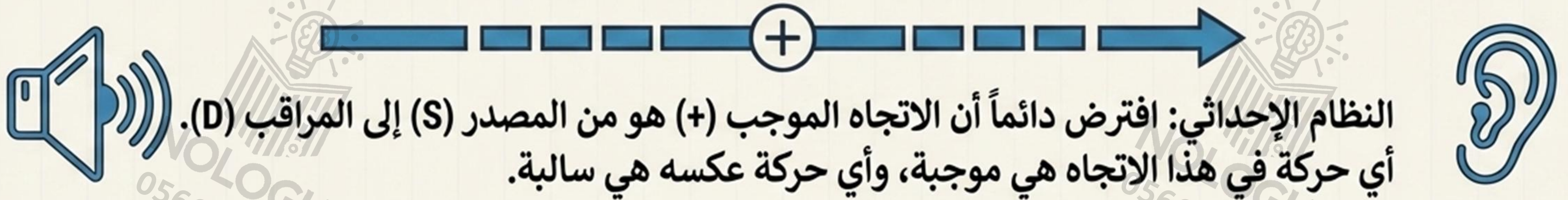
موجات متقاربة
- طول موجي أطول (λ أقل)
- تردد أعلى (f أكبر)
- درجة صوت أعلى (طبقة حادة).

موجات متباعدة
- طول موجي أطول (λ أكبر)
- تردد أقل (f أقل)
- درجة صوت أقل (طبقة غليظة).

المعادلة الشاملة لتأثير دوبلر

$$f_d = f_s \frac{v - v_d}{v - v_s}$$

- f_d: التردد الذي يسمعه المراقب (Hz)
- f_s: التردد المنبعث من المصدر (Hz)
- v: سرعة الصوت في الوسط (غالباً 343 m/s)
- v_d: سرعة المراقب المتجهة (m/s)
- v_s: سرعة المصدر المتجهة (m/s)



اختصار المعادلات لحالات السكون

مصدر ثابت، مراقب متحرك



- بما أن $v_s = 0$

$$f_d = f_s\left(1 - \frac{v_d}{v}\right)$$

مراقب ثابت، مصدر متحرك

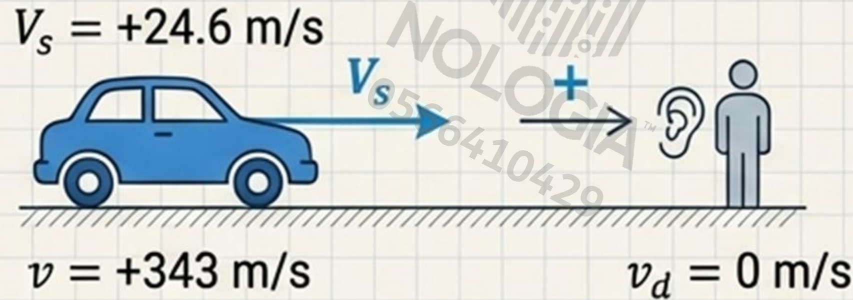


- بما أن $v_d = 0$

$$f_d = f_s\left(\frac{1}{1 - \frac{v_s}{v}}\right)$$

ملاحظة: إذا كان كلاهما متحركاً، استخدم المعادلة الشاملة الأصلية وراقب إشارات الاتجاه بعناية!

مثال محلول: العازف والسيارة المكشوفة



عازف جيتار في سيارة سرعتها 24.6 m/s يتجه نحوك ويصدر نغمة نغمة 523. درجة الحرارة 20°C. ما التردد الذي تسمعه؟

1. تحليل المسألة (Analyze)

- المراقب ثابت: $v_d = 0$ m/s
- السيارة تتجه نحو المراقب (الاتجاه موجب): $v_s = +24.6$ m/s
- $v = +343$ m/s

2. حساب المجهول (Calculate)

$$f_d = f_s\left(\frac{v - v_d}{v - v_s}\right)$$

$$f_d = 523\ \text{Hz}\left(\frac{343 - 0}{343 - 24.6}\right)$$

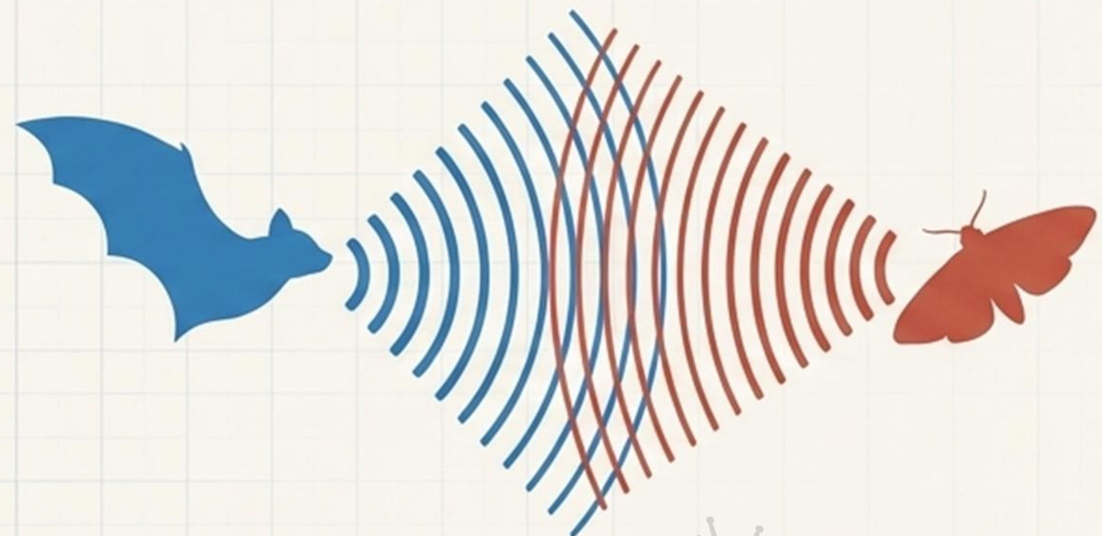
النتيجة: $f_d = 564$ Hz

3. تقييم الإجابة (Evaluate)

يتحرك المصدر تجاهك، لذا ينبغي أن يزداد التردد، والنتيجة (564 أكبر من 523) منطقية تماماً.

تطبيقات تأثير دوبلر: من الخفافيش إلى الفضاء

علم الأحياء: تحديد الموقع بالصدى



الخفافيش: تستخدم نبضات صوتية عالية التردد. إذا ارتد الصوت بتردد أعلى، فهذا يعني أن الحشرة (الفريسة) تتجه نحوها.



كواشف الرادار: قياس سرعة كرات البيسبول أو السيارات من خلال ارتداد الموجات الكهرومغناطيسية الكهرومغناطيسية.



الطب: يستخدم الأطباء تأثير دوبلر لقياس سرعة حركة جدار قلب الجنين في الموجات فوق الصوتية.



الفلك: قياس الضوء المنبعث من المجرات البعيدة لتحديد سرعة ابتعادها عن الأرض.

الخلاصة الشاملة: ورقة المراجعة

طبيعة الصوت



موجة **طولية**، تنتقل عبر تغيرات الضغط (قمم وقيعان).

لا تنتقل في الفراغ بل تحتاج إلى وسط مادي.

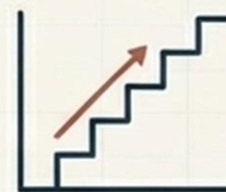
السرعة



الغازات < السوائل > المواد الصلبة.

$$v = 343 + 0.6T$$

الإدراك والقياس



التردد يحدد الحدة (Pitch).

السعة تحدد الشدة (Loudness/Decibels).

زيادة 20 dB = زيادة الضغط 10 أضعاف.

تأثير دوبلر

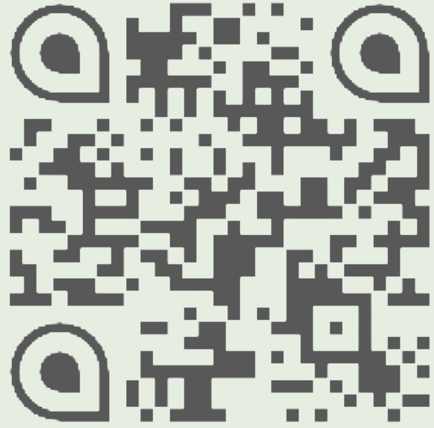


$$f_d = f_s \cdot \left(\frac{v - v_d}{v - v_s}\right)$$

القاعدة الذهبية: الاتجاه الموجب دائماً من المصدر إلى المراقب!




الوحدة (14): الصوت



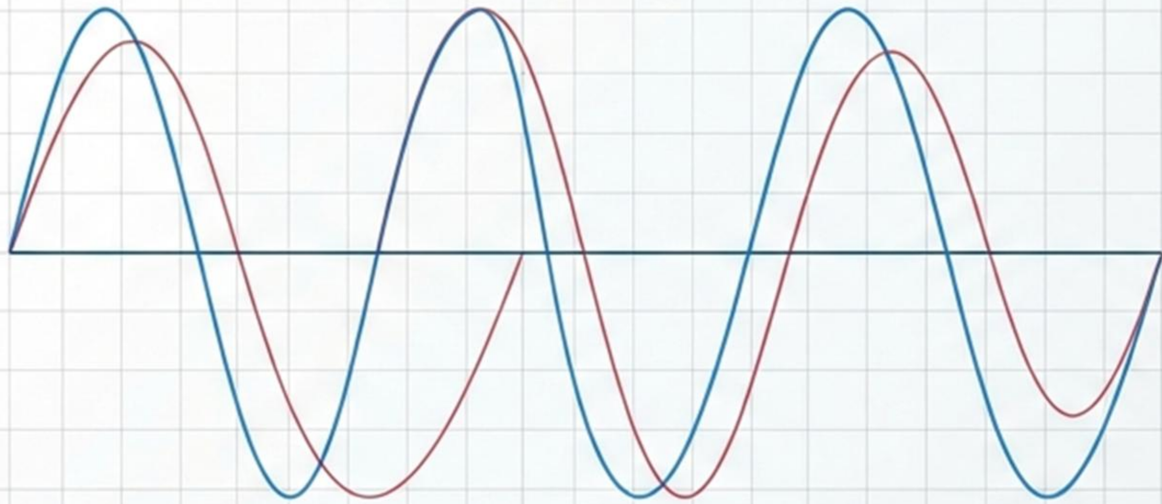
لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR



02 الدرس الثاني: الفيزياء والموسيقى





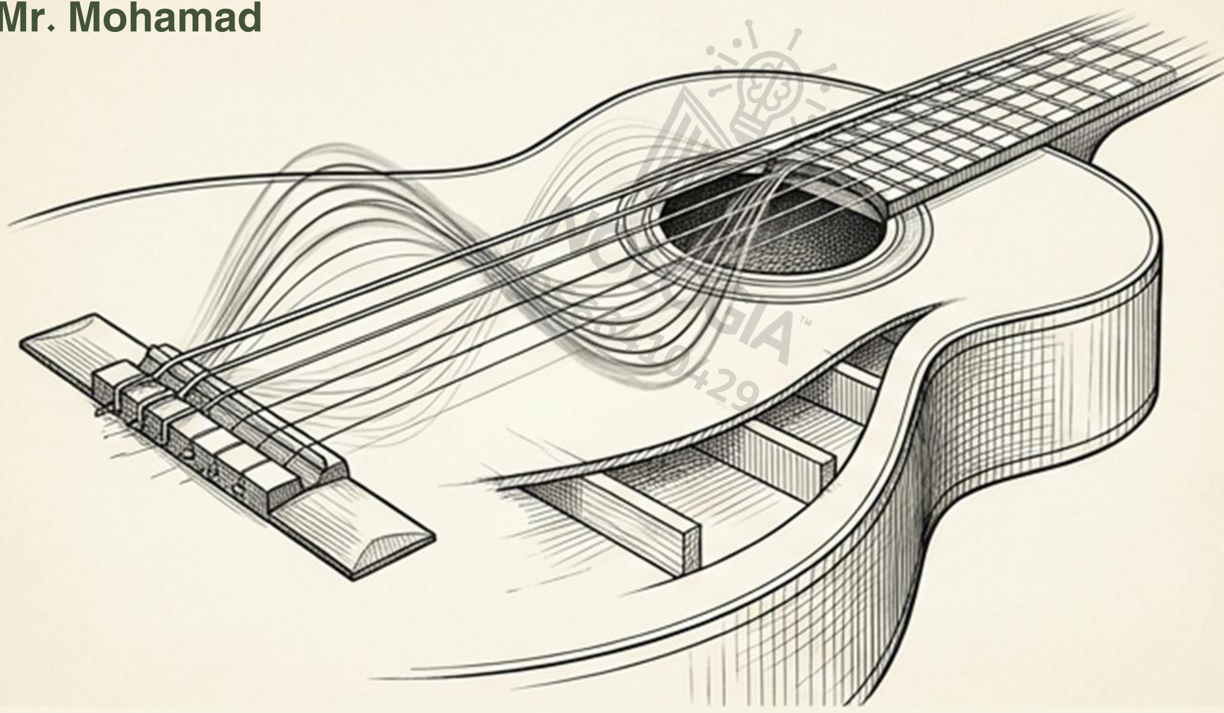
فيزياء الرنين: الدليل الشامل لأنابيب الهواء

من المفاهيم الأساسية إلى القوانين الرياضية والتطبيقات العملية



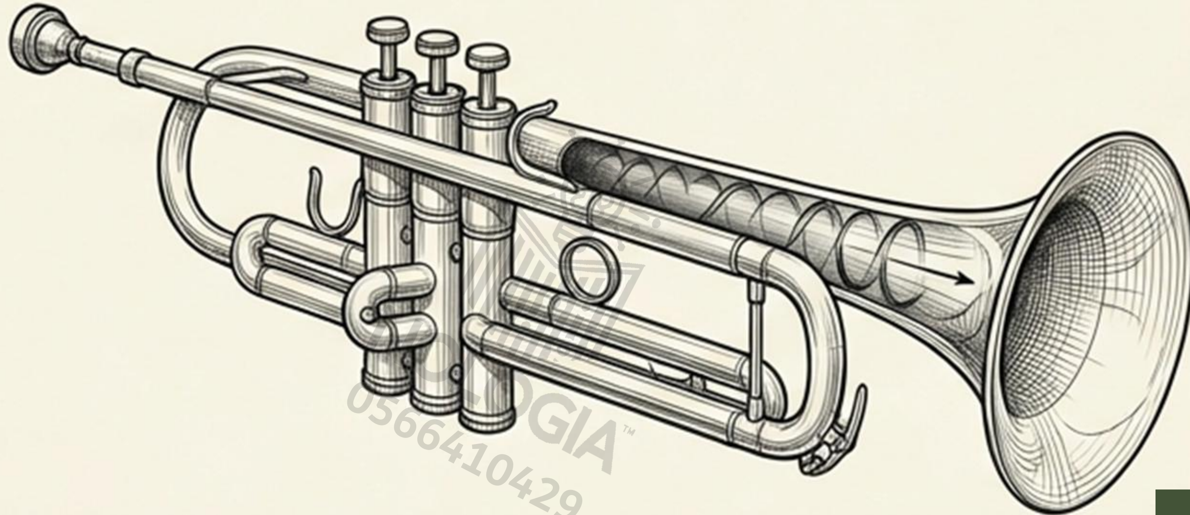


كيف تولد الآلات الموسيقية الأصوات؟



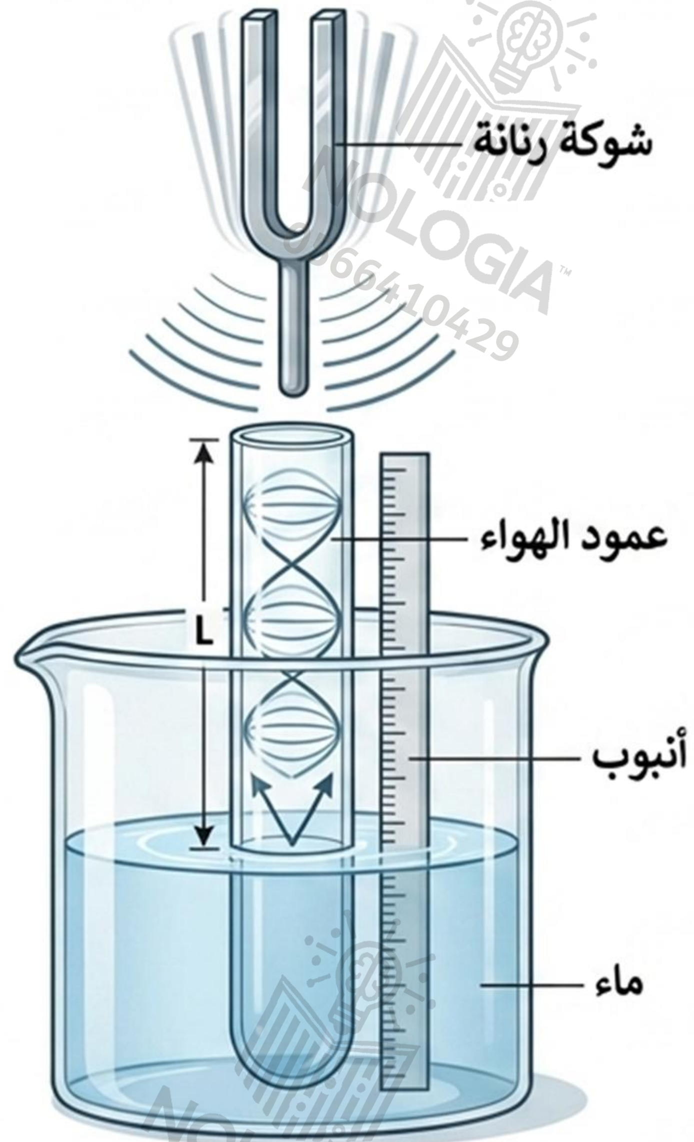
الأوتار (البيانو والجيتار):
ينشأ الصوت من اهتزاز السلك المادي (بالضرب أو النقر)، وينتقل الاهتزاز إلى لوحة صوتية.

أعمدة الهواء (الآلات النحاسية والنفخ): لا يوجد وتـــر! يهتز الهواء نفسه داخل الأنبوب بتوافق مع اهتزاز الشفتين أو القصبة.



الرنين في أنابيب الهواء يعمل على تضخيم مجموعة من الترددات لتضخيم نغمة منفردة، وتحويل الضجيج إلى موسيقى.

مختبر الفيزياء: تجربة الشوكة الرنانة



1. مصدر الاهتزاز: تُطرّق الشوكة الرنانة، فتُرسل موجات صوتية (ذبذبات ضغط) إلى أسفل الأنبوب.

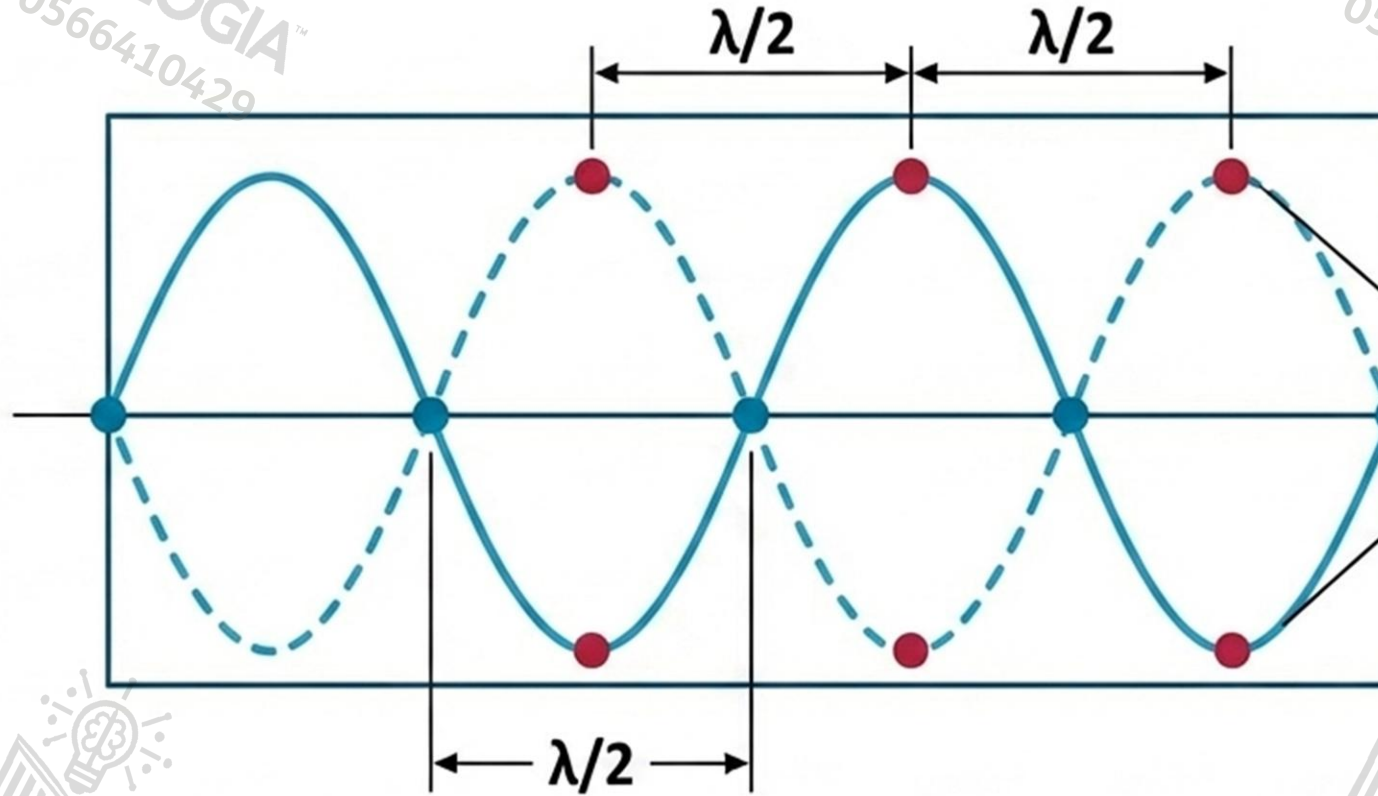
2. تغيير طول الأنبوب: يتم رفع أو خفض الأنبوب في الماء. يعمل سطح الماء كـ "طرف مغلق" يعكس الموجات.

3. نقطة الرنين: عندما يتوافق طول عمود الهواء مع تردد الشوكة، يحدث تداخل بنّاء (رنين)، مما يؤدي إلى تضخيم شدة الصوت بشكل ملحوظ.

الماء هنا يعمل كجدار صلب يغلق الأنبوب من الأسفل، مما يسمح لنا بتعديل طول الأنبوب (L) بدقة.

تشريح الموجة الموقوفة (الأساسيات)

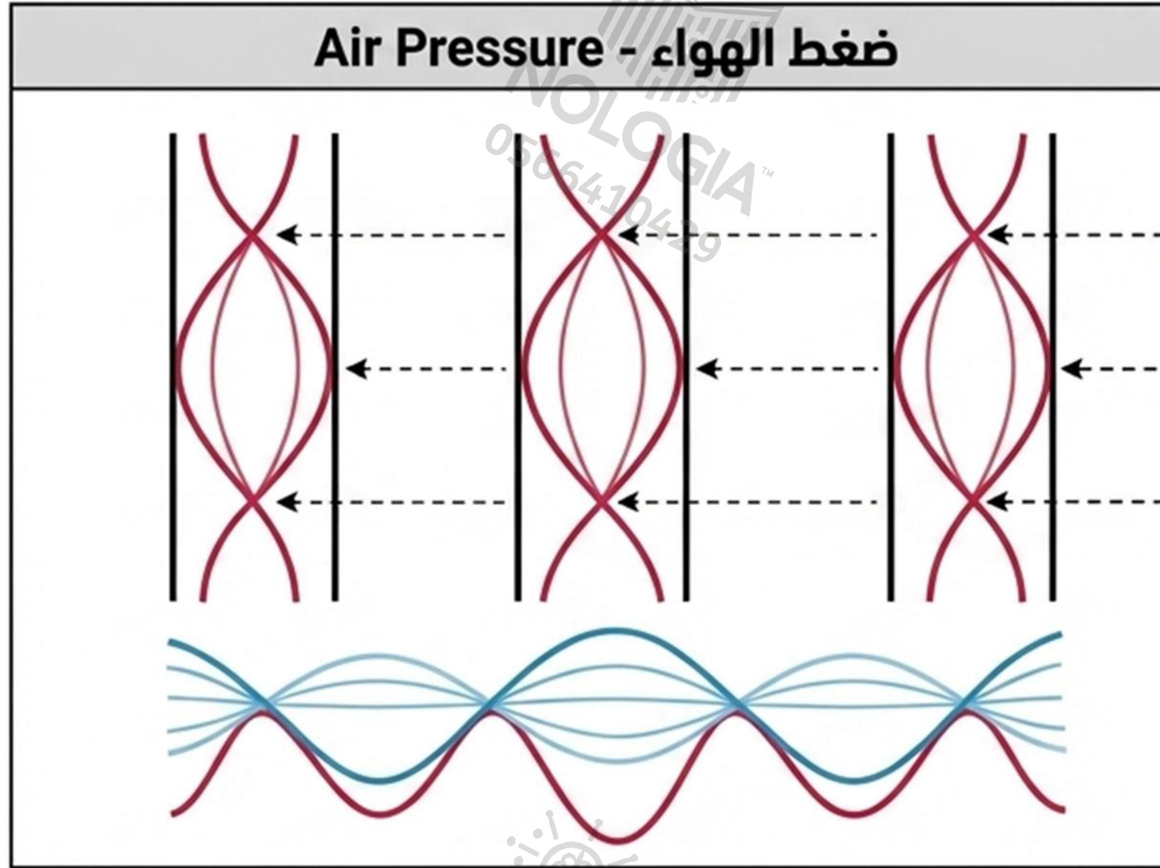
العقدة (Node):
النقطة الثابتة التي تنعدم عندها الإزاحة الإزاحة نتيجة التقاء موجتين متساويتين ومتعاكستين.

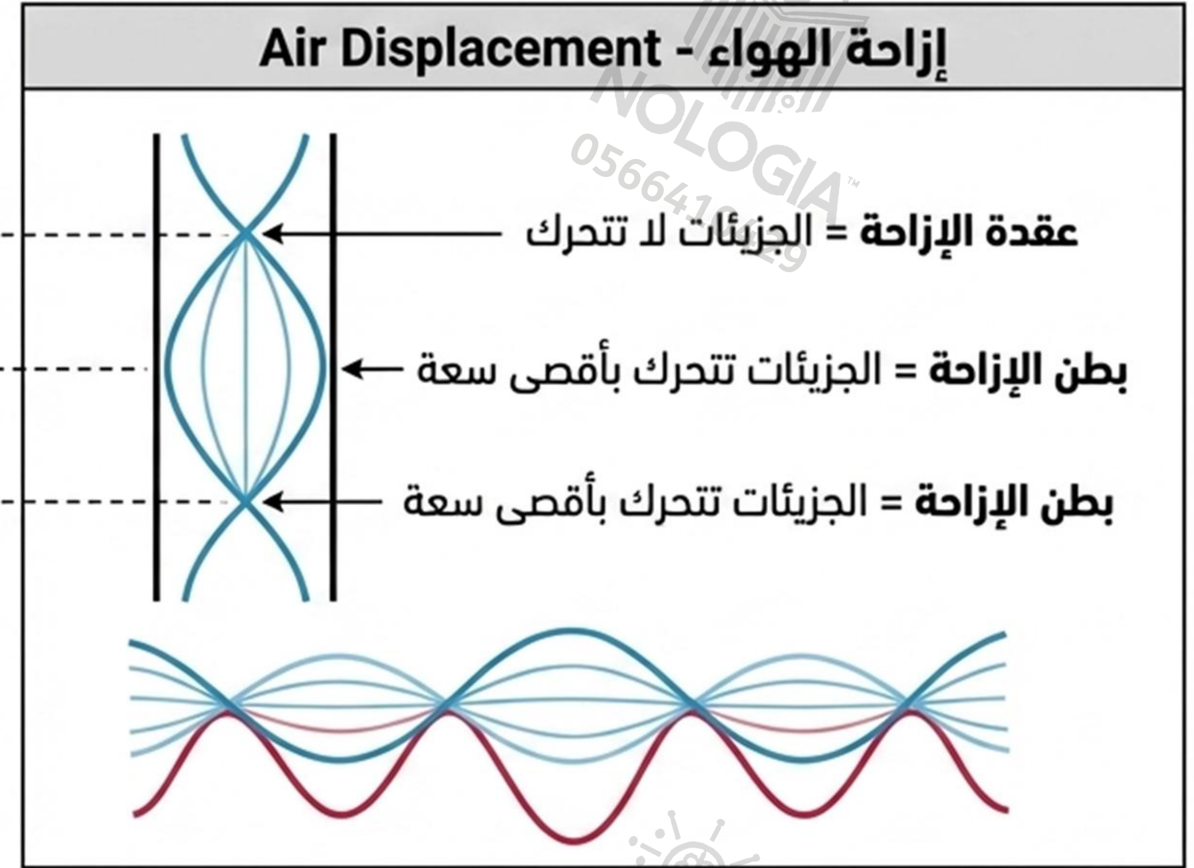


البطن (Antinode):
مكان أكبر إزاحة عند التقاء النبضتين.

القاعدة الهندسية: المسافة بين بطنين متجاورين (أو عقدتين متجاورتين) تساوي دائماً نصف طول الموجة (λ/2).

مفارقة الإزاحة والضغط (انتبه جيداً!)





القاعدة الذهبية:

- **عقدة الإزاحة** هي دائماً **بطن ضغط** (منطقة يتأرجح فيها الضغط بين أعلى وأقل قيمة).
- **بطن الإزاحة** هو دائماً **عقدة ضغط** (منطقة يكون فيها الضغط مساوياً للضغط الجوي المتوسط).



تأكد من فهم هذا الاختلاف؛ الرسوم البيانية غالباً ما تمثل *الإزاحة*، لكن الصوت ينتقل كطبيعة *ضغط*

للتواصل على الرقم: 0566410429

التصنيف الرئيسي لأنابيب الرنين

الأنبوب مغلق الطرف



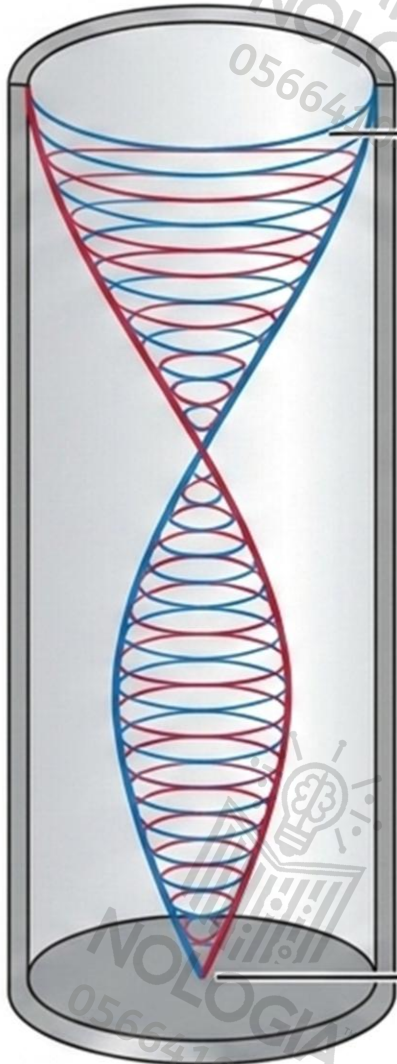
- **الشكل:** مفتوح من جهة، ومغلق من الأخرى (كجدار أو سطح ماء).
- **قاعدة الانعكاس:** تنعكس موجة الضغط المرتفع كضغط مرتفع.
- **النتيجة الهندسية:** الطرف المغلق يفرض دائماً عقدة إزاحة.

الأنبوب مفتوح الطرفين



- **الشكل:** مفتوح من كلا الجانبين بالكامل.
- **قاعدة الانعكاس:** يصطدم جزء من الموجة بضغط الهواء الخارجي فينعكس كضغط منخفض.
- **النتيجة الهندسية:** الطرف المفتوح يفرض دائماً بطن إزاحة.

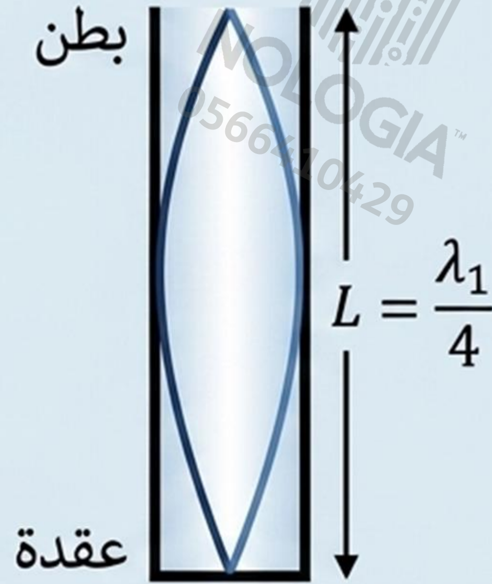
1.الأنبوب مغلق الطرف (الهيكل الأساسي)

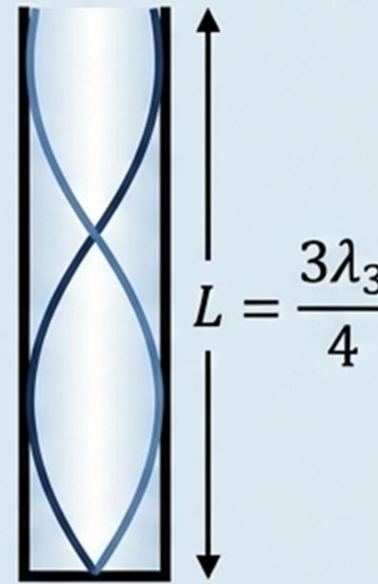


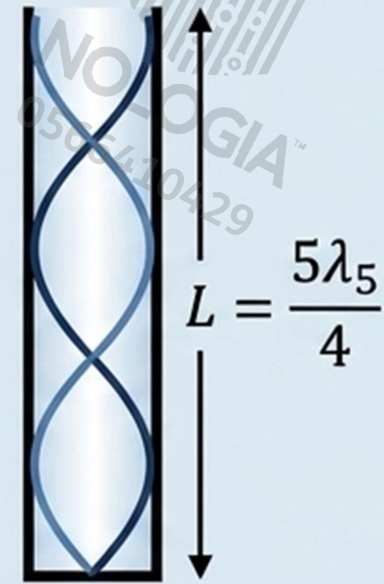
- الشرط الأساسي لتشكل رنين في أنبوب مغلق هو وجود عقدة عند الطرف المغلق وبطن عند الطرف المفتوح.

- **أقصر عمود هواء** يمكن أن يحقق هذا الشرط يجب أن يساوي **ربع طول الموجة** فقط.

رياضيات الأنبوب المغلق: نمط "المضاعفات الفردية"







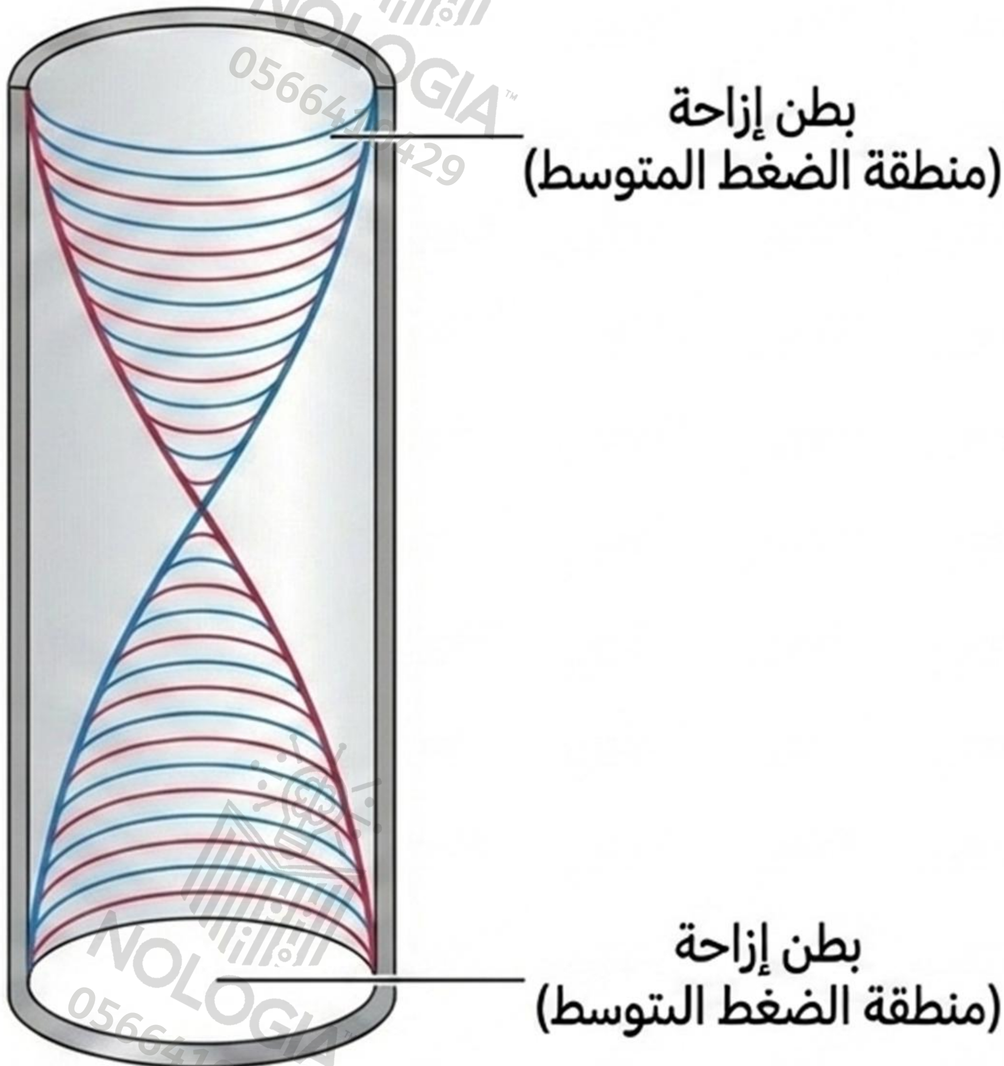
الرنين الأول (الأساسي)
الطول $L = \lambda/4$
التردد $f1 = \frac{v}{4L}$

الرنين الثاني
الطول $L = 3\lambda/4$
التردد $f3 = 3f1$

الرنين الثالث
الطول $L = 5\lambda/4$
التردد $f5 = 5f1$

القاعدة: الأنابيب المغلقة تنتج فقط مضاعفات فردية للتردد الأساسي (1, 3, 5, 7...)
الترددات الزوجية مستحيلة هندسياً!

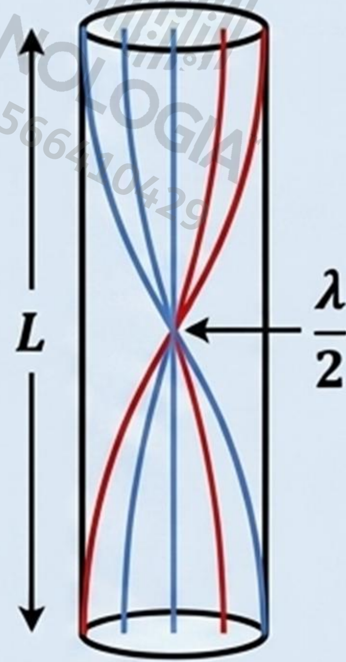
2. الأنبوب مفتوح الطرفين (الهيكل الأساسي)

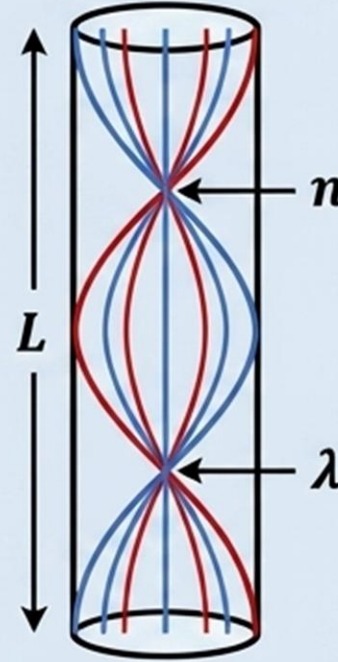


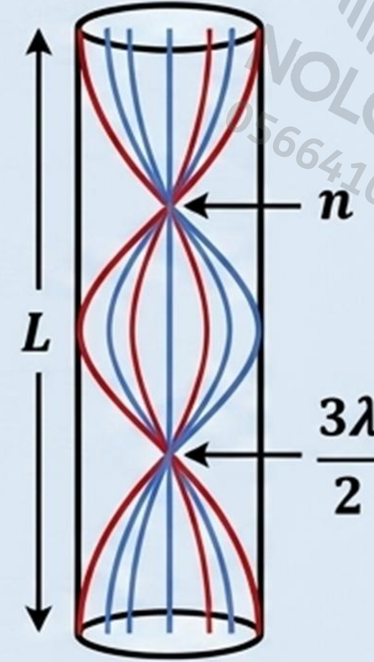
- الشرط الأساسي للرنين هنا هو وجود بطن عند كلا الطرفين.
- بين كل بطنين توجد عقدة واحدة على الأقل.

- أقصر عمود هواء يحقق هذا الشرط يساوي نصف طول الموجة (ضعف طول الأنبوب المغلق!).

رياضيات الأنبوب المفتوح: نمط "التسلسل الكامل"







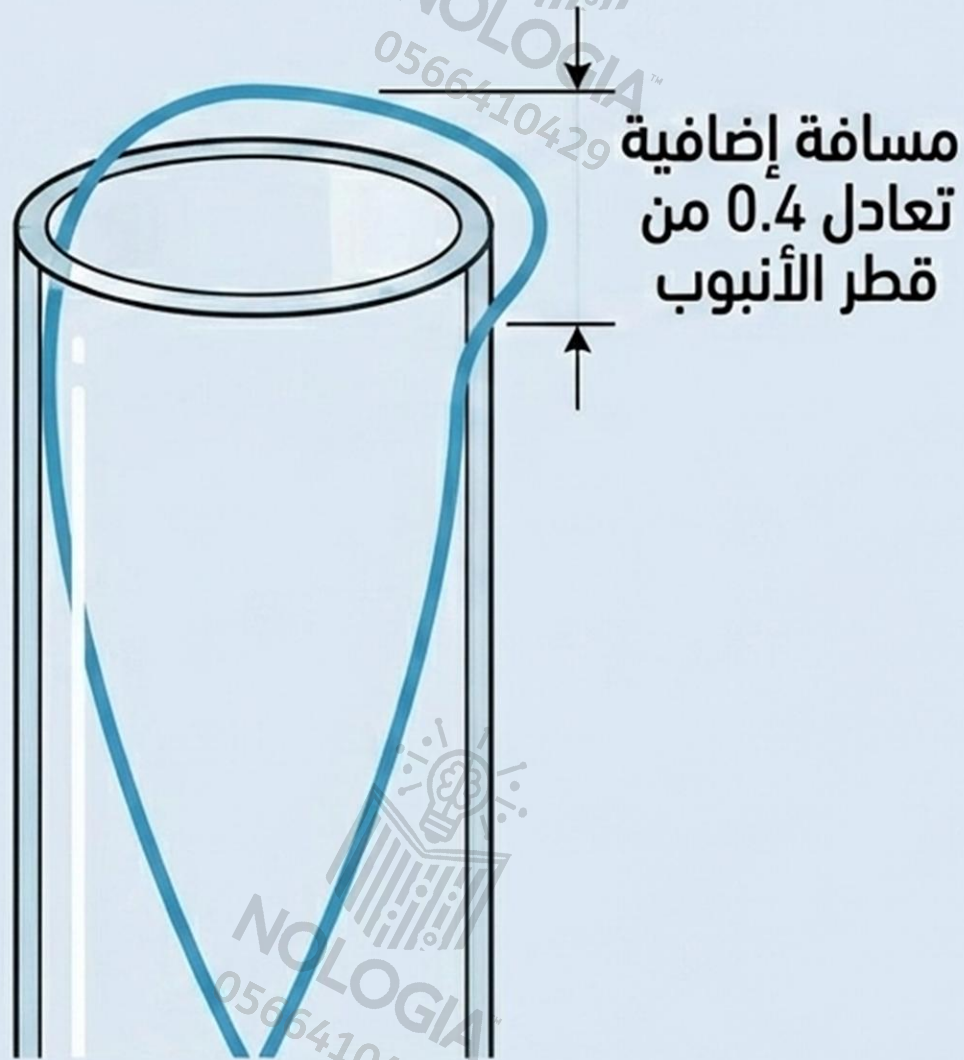
الرنين الأول (الأساسي)	الرنين الثاني	الرنين الثالث
الطول $L = \frac{\lambda}{2}$	الطول $L = \lambda$	الطول $L = \frac{3\lambda}{2}$
التردد $f_1 = \frac{v}{2L}$	التردد $f_2 = 2f_1$	التردد $f_3 = 3f_1$

القاعدة: الأنابيب المفتوحة تنتج جميع مضاعفات التردد الأساسي (1, 2, 3, 4...).
المسافة بين أطوال الرنين المتعاقبة دائماً نصف طول موجي.

مصفوفة المقارنة الشاملة (دليلك السريع)

الخصائص	أنبوب مغلق	أنبوب مفتوح
شكل الأطراف	(عقدة وبطن)	(بطن وبطن)
أقصر طول رنين (L)	$\lambda / 4$	$\lambda / 2$
معادلة التردد الأساسي (f_1)	$v / 4L$	$v / 2L$
نمط الترددات	مضاعفات فردية فقط $(f_1, 3f_1, 5f_1...)$	جميع المضاعفات $(f_1, 2f_1, 3f_1...)$
التباعد بين رنين وآخر	نصف طول موجة $(\lambda / 2)$ لكلا النوعين!	

دقة علمية: تصحيح الطرف المفتوح (End Correction)

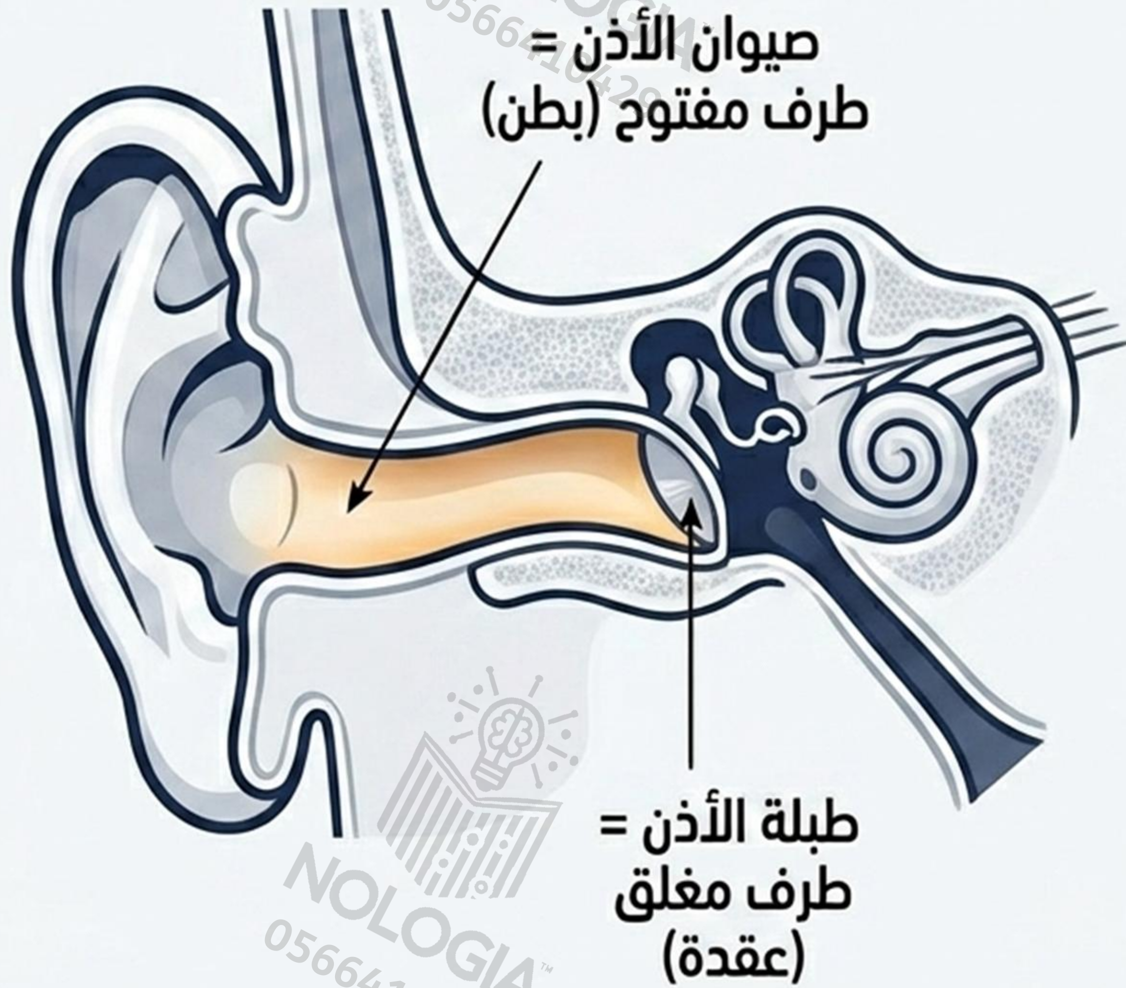


- في الواقع العملي، طول عمود الهواء المهتز لا يتطابق تماماً مع الطول الفيزيائي للأنبوب.

- منطقة الضغط لا تنخفض إلى الصفر (الضغط الجوي) بالضبط عند حافة الأنبوب، بل تمتد قليلاً إلى الخارج.

- طول الرنين الأول أطول قليلاً من ربع طول الموجة.

الفيزياء في جسمك: القناة السمعية



- تعمل القناة السمعية للإنسان كأنبوب مغلق الطرف.

- يعزز هذا الأنبوب البيولوجي حساسية الأذن لترددات معينة من خلال الرنين.

- نطاق الرنين المُعزّز: من 2000 Hz إلى 5000 Hz.

- المدى الكلي للسمع: من 20 Hz إلى 20,000 Hz.

الخلاصة الذهنية (تذكر هذه القواعد الـ 3)



العلاقة العكسية

عقدة الإزاحة هي دائماً منطقة بطن ضغط (أكبر تغير في الضغط).

لا تخلط بينهما في الرسوم البيانية.



لغز النهايات

الطرف المغلق يفرض 'عقدة' دائماً.

الطرف المفتوح يفرض 'بطناً' دائماً.



سر الترددات

المغلق يُنتج فردياً (1,3,5) الأساس v/4L.

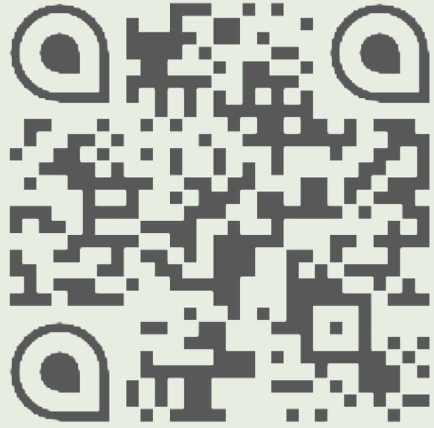
المفتوح يُنتج كلياً (1,2,3) الأساس v/2L.

الوحدة (15): أساسيات الضوء

	عنوان القسم	الصفحة
15-1	الاستضاءة	65
15-2	الطبيعة الموجية للضوء	81




الوحدة (15): أساسيات الضوء



لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

01 الدرس الأول:
الاستضاءة

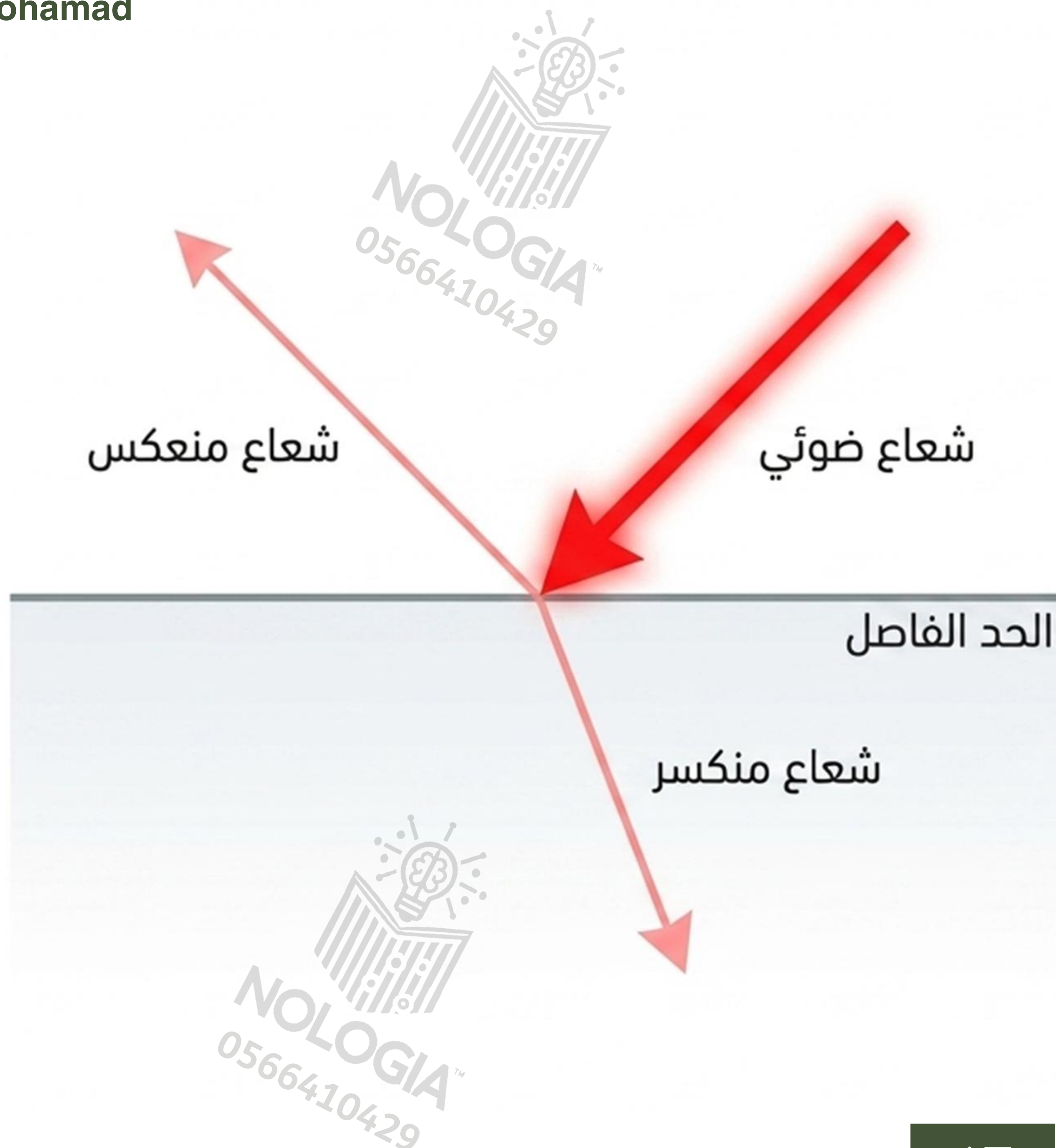





الفيزياء المتقدمة - الصف التاسع | الوحدة 15

أساسيات الضوء والاستضاءة

الدليل الشامل: من مفاهيم الشعاع الضوئي إلى حسابات الاستضاءة وسرعة الضوء



نموذج الشعاع الضوئي

- الضوء يسير في خطوط مستقيمة (أشعة).
- يتغير اتجاه الشعاع فقط إذا تفاعل مع المادة (انعكاس أو انكسار).

مصادر الضوء: مضيئة أم مستضيئة؟

المصدر المضيء

جسم يبعث الضوء من ذاته.

الأمثلة: الشمس، اللهب، المصابيح الكهربائية، الليزر.



المصدر المستضيء

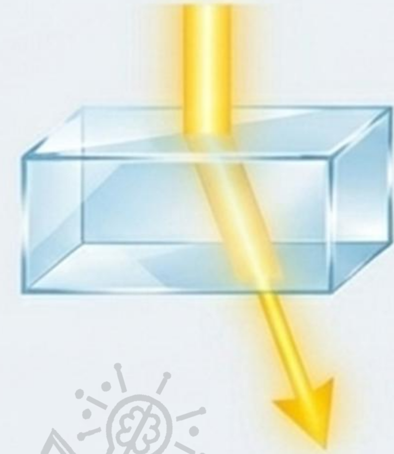
جسم يصبح مرئياً نتيجة انعكاس الضوء عنه.

الأمثلة: القمر، عاكسات الدراجات الهوائية، الأثاث في الغرفة.



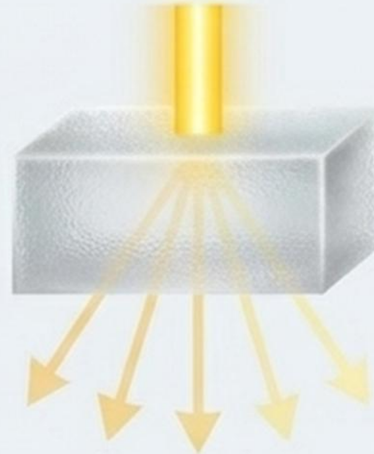
تفاعل الضوء مع المادة

وسط شفاف



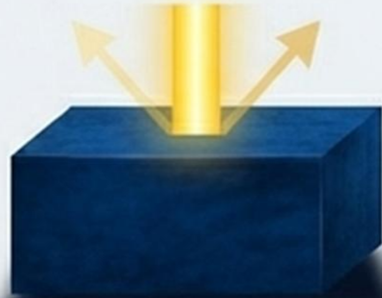
يمرر الضوء. يمكن رؤية الأجسام من خلاله بوضوح (مثل الزجاج والهواء).

وسط شبه شفاف



يمرر الضوء ويشتته. لا يمكن رؤية الأجسام من خلاله بوضوح (مثل مظلات المصابيح).

وسط معتم



يمتص الضوء ويعكسه، ولا يمرره إطلاقاً (مثل الخشب والطوب). تتكون الظلال خلفه.

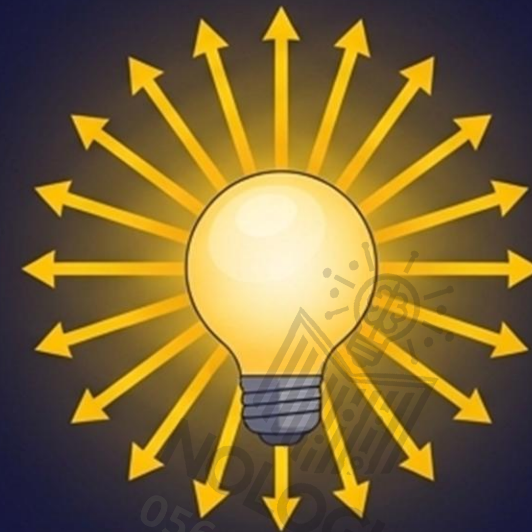
كمية الضوء: التفريق بين المصدر والسطح

المصدر (The Source)

التدفق الضوئي (P)

لومن (lm)

معدل انبعاث طاقة الضوء من المصدر المضيء.

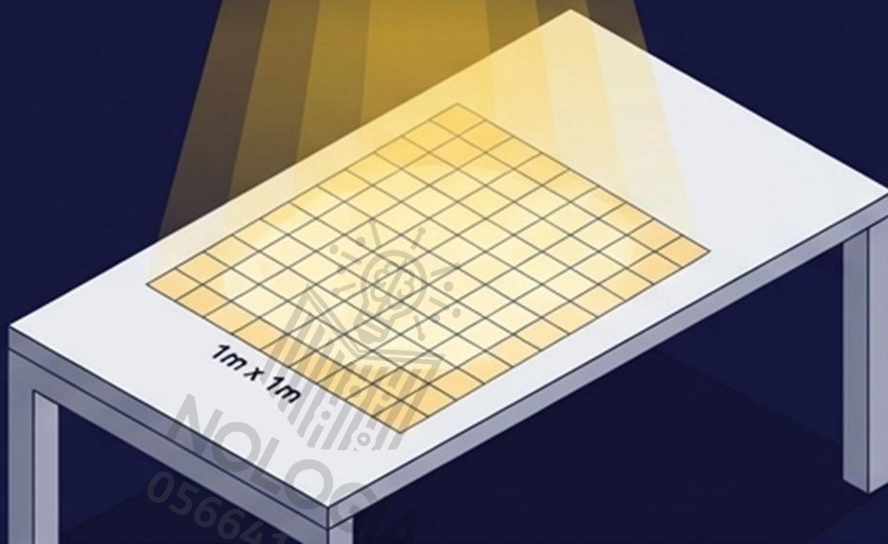


السطح (The Surface)

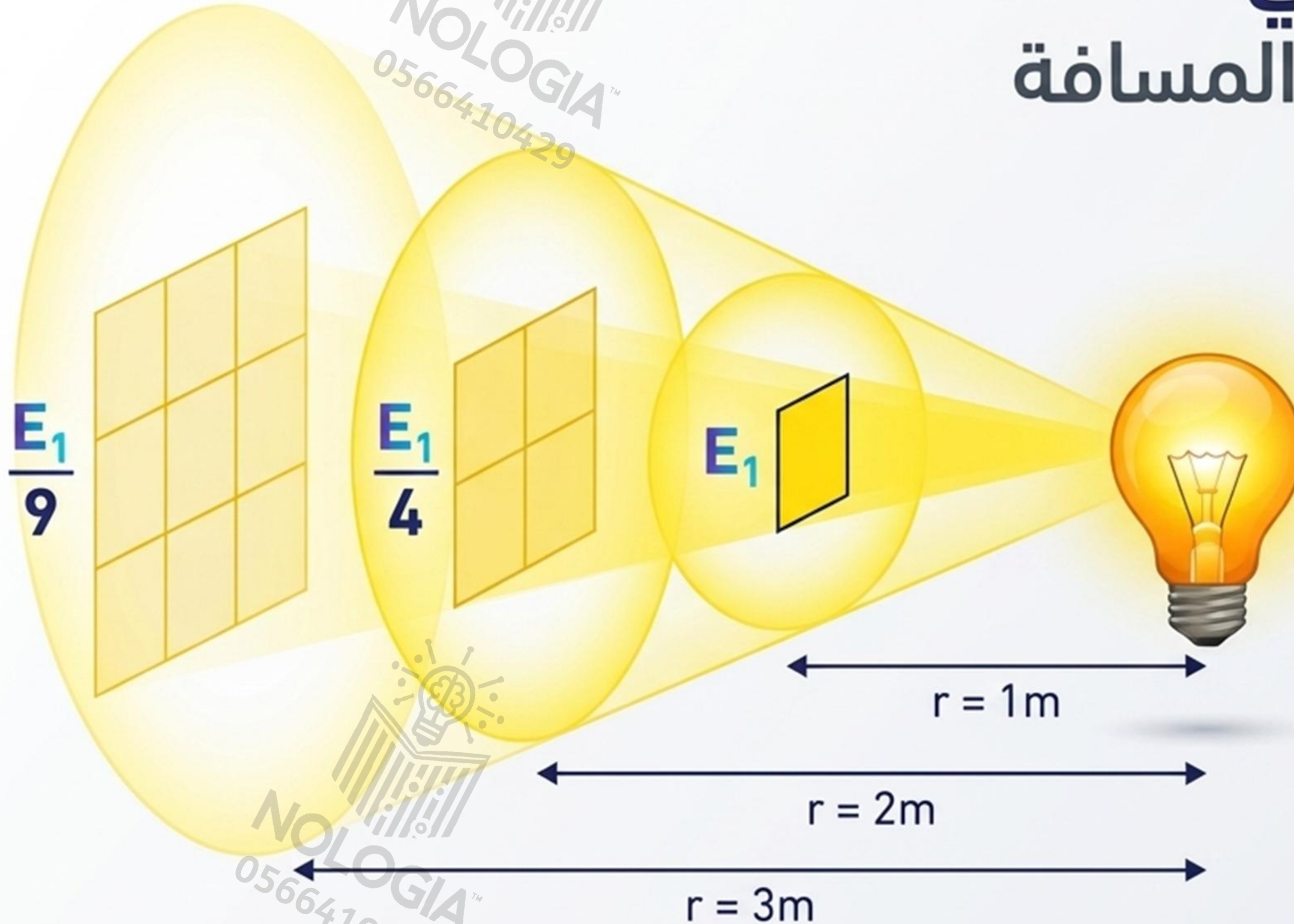
الاستضاءة (E)

لوكس (lx) أو lm/m^2

معدل اصطدام الضوء بوحدة المساحات للسطح.



علاقة التربيع العكسي:
كيف يتوزع الضوء عبر المسافة



القاعدة الفيزيائية:

كلما زادت المسافة (r)، تتناقص الاستضاءة (E) بشكل يتناسب عكسياً مع مربع المسافة.

معادلة الاستضاءة لمصدر نقطي

$$E = \frac{P}{4\pi r^2}$$

الاستضاءة (Illuminance):
تُقاس بوحدة اللوكس (lx).

التدفق الضوئي للمصدر (Luminous Flux):
يُقاس بوحدة اللومن (lm).

مساحة السطح الداخلي للكرة (Surface area of the expanding sphere)

المسافة بين المصدر المضيء والسطح:
تُقاس بالمتر (m).



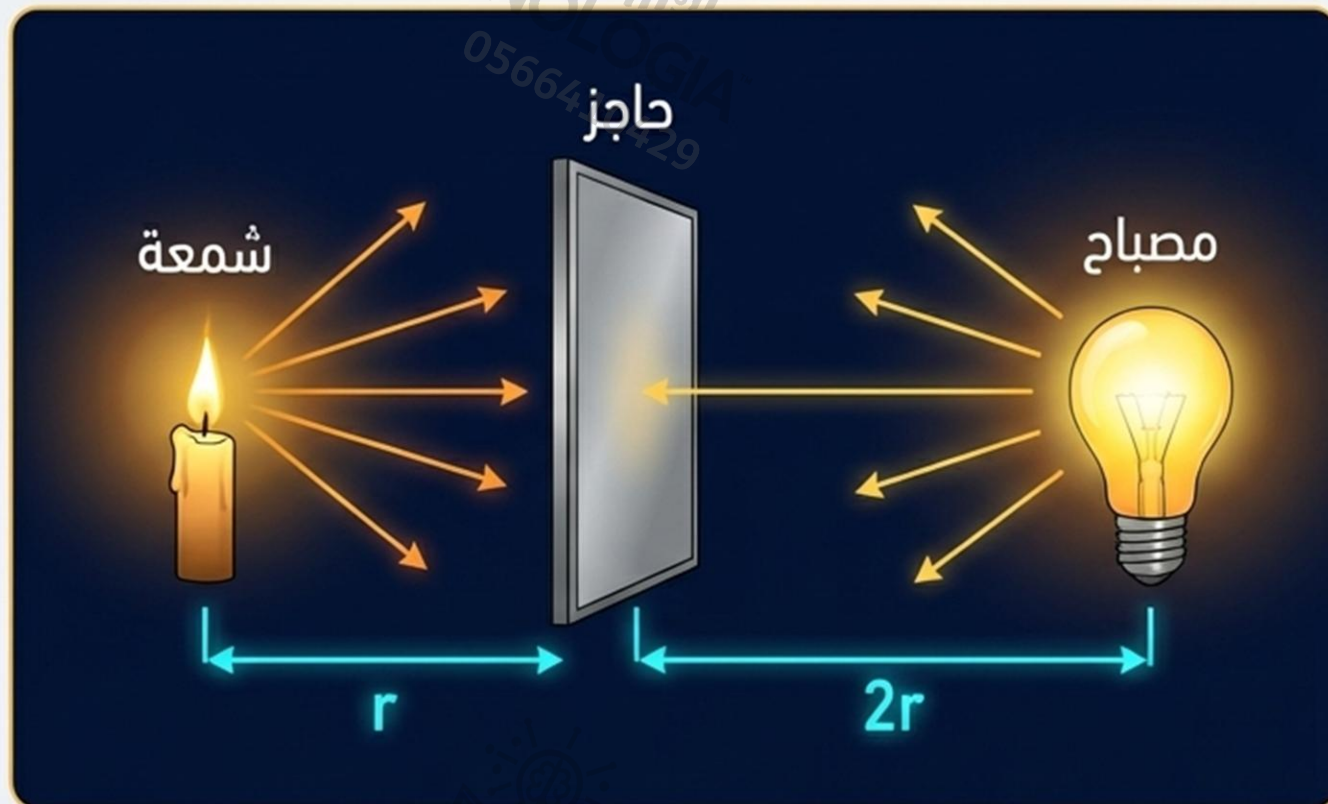
ملاحظة: تُستخدم هذه المعادلة فقط للمصادر النقطية وعندما يسقط الضوء عمودياً على السطح.

شدة الإضاءة (I)

مقياس لشدة الإضاءة لمصدر نقطي. تمثل التدفق الضوئي الساقط على مساحة 1 متر مربع من كرة نصف قطرها 1 متر.

$$I = \frac{P}{4\pi}$$

وحدة القياس: **قنديلة (cd)**



لكي تتساوى استضاءة الشاشة من المصدرين، يجب أن تكون شدة إضاءة المصباح 4 أضعاف شدة إضاءة الشمعة.

مثال تطبيقي 1: حساب الاستضاءة

المسألة: ما الاستضاءة الواقعة على سطح مكتب إذا أضيء بمصباح تدفقه الضوئي 1750 lm ويبعد 2.50 m عنه؟

الخطوة 1: المعطيات والمجهول

$$P = 1.75 \times 10^3 \text{ lm}$$

$$r = 2.50 \text{ m}$$

$$E = ?$$

الخطوة 2: التعويض في المعادلة

$$E = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$E = \frac{1.75 \times 10^3}{4\pi (2.50)^2}$$

الخطوة 3: النتيجة

$$E = 22.3 \text{ lx}$$



مثال تطبيقي 2: إثبات علاقة التربيع العكسي رياضياً

مصدر بـ P = 1750 lm . ماذا يحدث للاستضاءة إذا ضاعفنا المسافة؟

الحالة الأولى: مسافة **r = 1.00 m**

$$E_1 = \frac{1750}{4\pi(1.00)^2}$$

$$E_1 = 139\ lx$$

الحالة الثانية: مسافة **r = 2.00 m**
(مضاعفة المسافة)

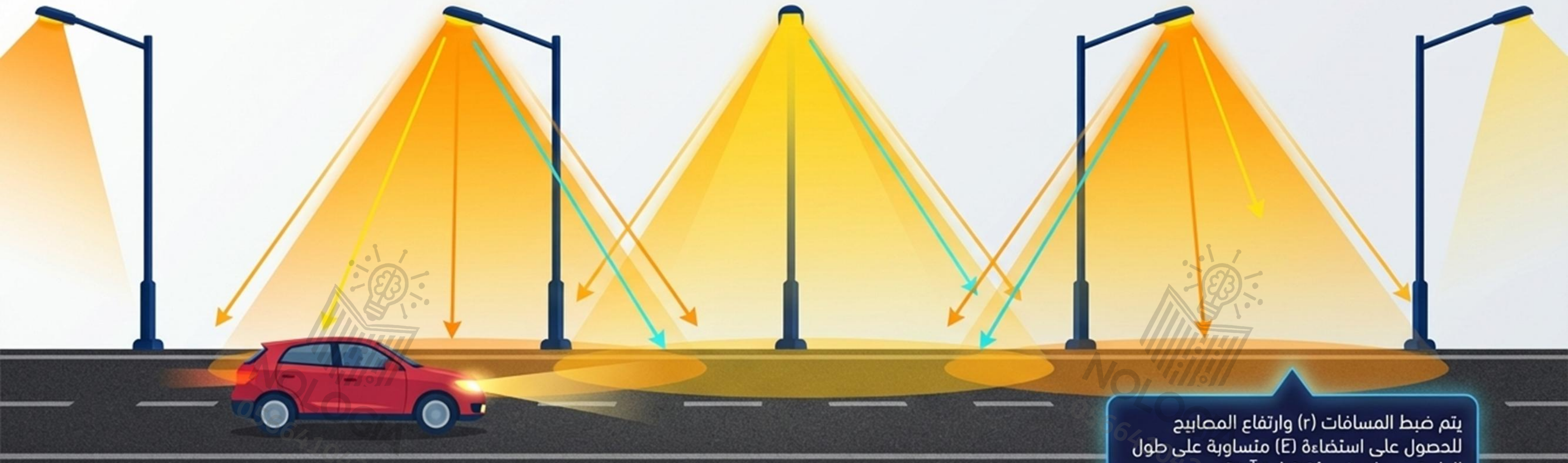
$$E_2 = \frac{1750}{4\pi(2.00)^2}$$

$$E_2 = 34.8\ lx$$

الاستنتاج: **34.8** هو بالضبط **ربع** **139**. مضاعفة المسافة الرياضية تقلل الاستضاءة إلى **الربع** **1/4** ($1/2^2$ =)، مما يثبت علاقة التربيع العكسي.

تطبيقات هندسية: إضاءة الأسطح والشوارع

يصمم المهندسون أنظمة الإضاءة بناءً على معادلات الاستضاءة لتجنب وجود مناطق مظلمة وتوزيع الضوء بالتساوي بالتساوي وبكفاءة.



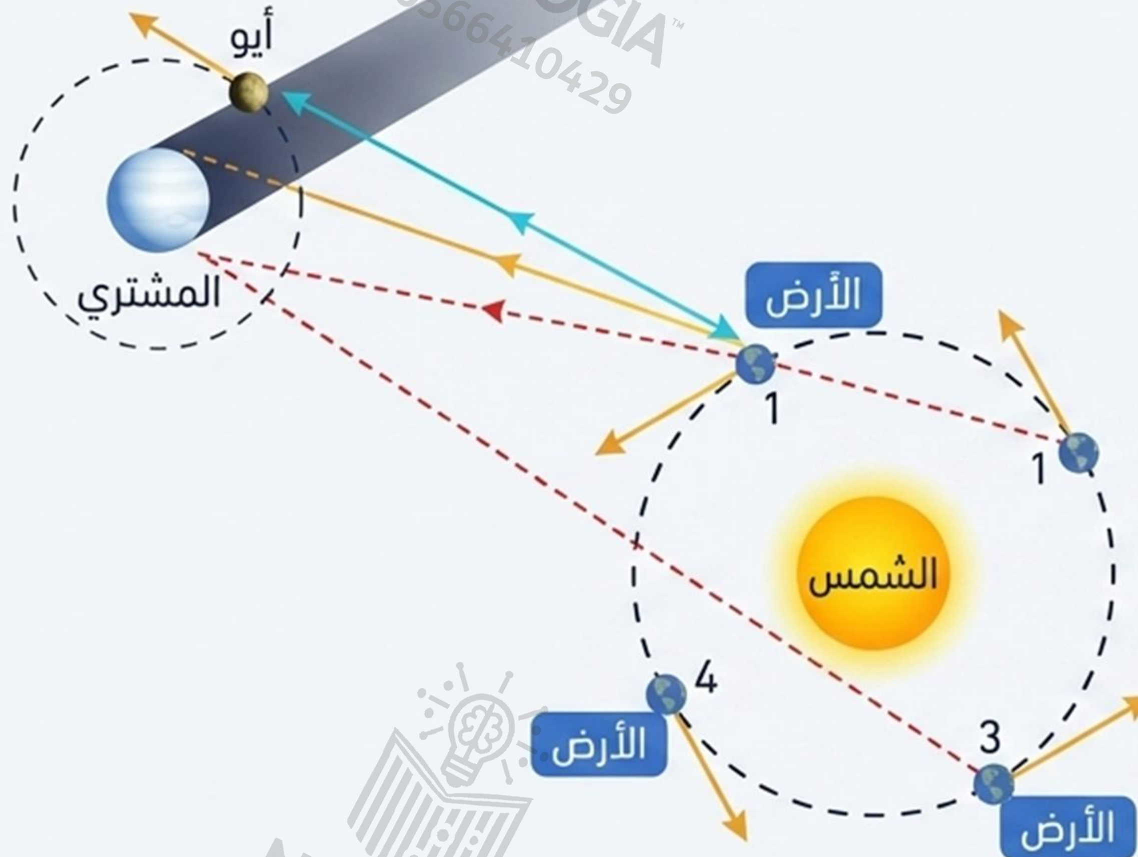
اللغز التاريخي: هل سرعة الضوء لا نهائية؟

- لأكثر من 2400 عام، اعتقد العلماء أن الضوء ينتقل لحظياً بسرعة غير محددة.
- السبب: سرعة الضوء هائلة جداً لدرجة لا يمكن قياسها باستخدام المسافات الأرضية العادية في العصور القديمة.

C

الرمز (c): سرعة الضوء في الفراغ، وهي قيمة عالمية ثابتة وأساسية في الفيزياء.

قياسات أولي رومر (1668):
استخدام النظام الشمسي كمختبر



الاكتشاف:

لاحظ رومر أن أزمنة خسوف القمر أيو تتأخر بـ 22 دقيقة عندما تكون الأرض في الموقع 3 (مبتعدة (مبتعدة عن المشتري) مقارنة بالموقع 1.

الاستنتاج: الضوء يستغرق وقتاً إضافياً لقطع المسافة الزائدة لقطر مدار الأرض!

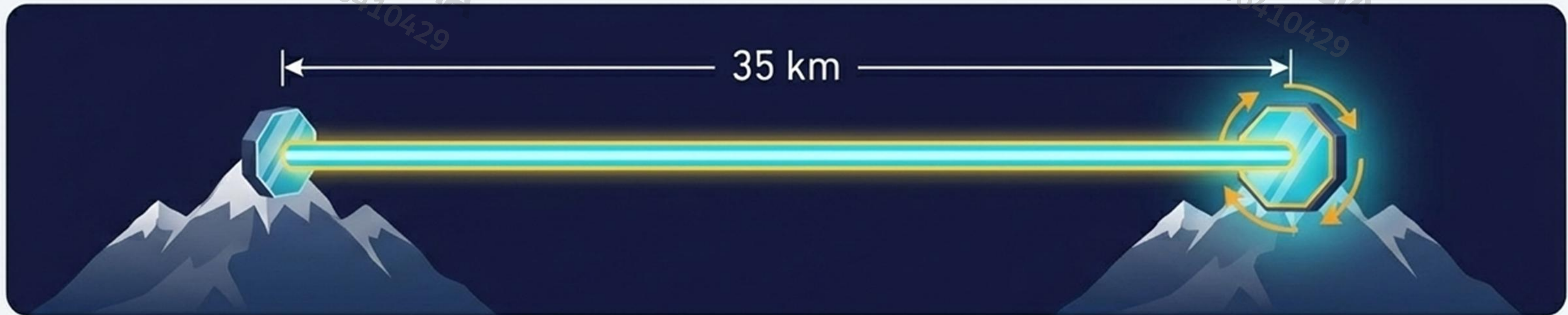
الحسابات القديمة:

قطر مدار الأرض: 2.93×10^{11} 2.93 m

السرعة المحسوبة قديماً: 2.2×10^{8} m/s

قياسات ميكلسون (1926):

الدقة الفائقة وجائزة نوبل



التجربة الأرضية:

استخدم ميكلسون جبلين في كاليفورنيا بمسافة 35 كم بينهما، ومجموعة من المرايا الدوارة لقياس الزمن الذي يستغرقه الضوء للذهاب للذهاب والإياب بدقة هائلة.

النتيجة (السرعة المعتمدة c):

$$c = 3.00 \times 10^8\ m/s$$



الإنجاز: أول عالم أمريكي يحصل على جائزة نوبل في العلوم.

خلاصة القوانين والمفاهيم للوحدة 15

المتغيرات والوحدات



التدفق الضوئي (P):
خاص بالمصدر، يُقاس **باللومن** (lm).



الاستضاءة (E):
خاصة بالسطح، تُقاس **باللوكس** (lx).



شدة الإضاءة (I):
لمصدر نقطي، تُقاس **بالقنديلة** (cd).

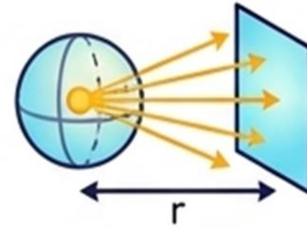


المسافة (r):
البعد بين المصدر والسطح، بالمتر (m).

المعادلات الرئيسية

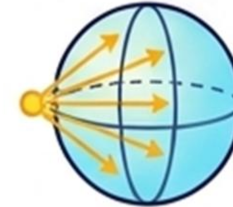
معادلة الاستضاءة:

$$E = \frac{P}{4\pi r^2}$$



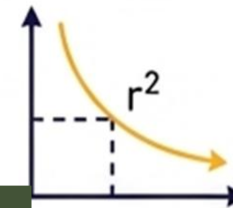
معادلة شدة الإضاءة:

$$I = \frac{P}{4\pi}$$



علاقة الاستضاءة بشدة الإضاءة:

$$E = \frac{I}{r^2}$$



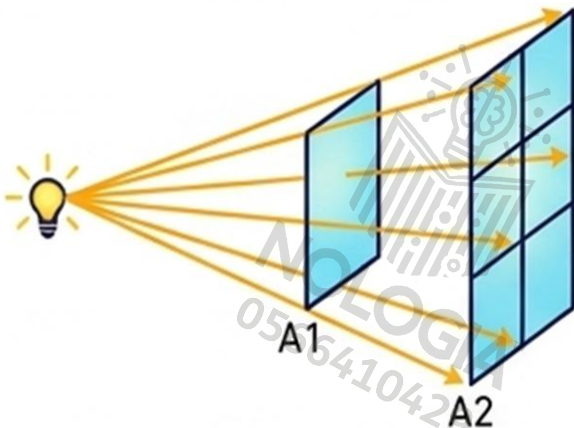
الثوابت والقواعد



سرعة الضوء في الفراغ:

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

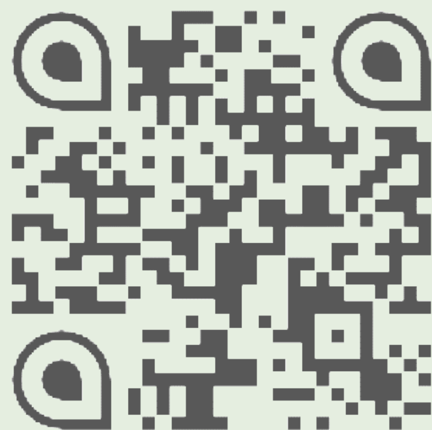
قاعدة التربيع العكسي:
تتناسب الاستضاءة (E) طردياً مع التدفق (P) وعكسياً مع مربع المسافة (r^2).







الوحدة (15): أساسيات الضوء

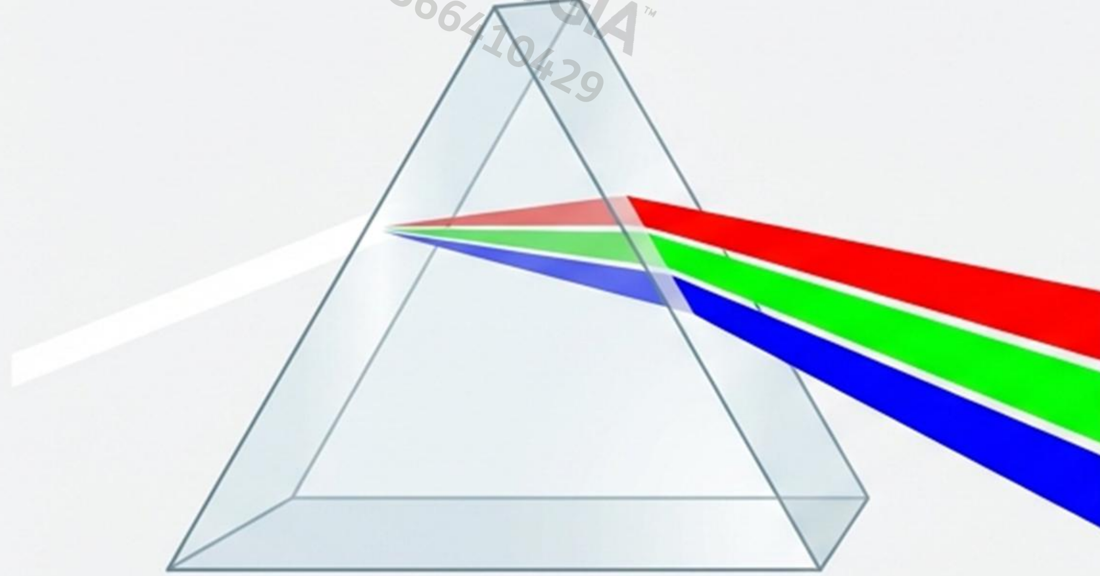


02 الدرس الثاني:
الطبيعة الموجية للضوء









الطبيعة الموجية للضوء

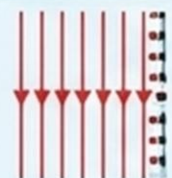
الدليل الشامل والمرجع البصري للطلاب

١. حيود الضوء	٢. الألوان والطيف	٣. الاستقطاب	٤. تأثير دوبلر

حيود الضوء ومبدأ هيجنز

حيود الضوء: انحناء الضوء حول حواف الأجسام، مما يثبت أن الضوء له خصائص موجية.

مبدأ هيجنز



الخطوة ١: مقدمة الموجة تتكون من نقاط تمثل مصادر دائرية.



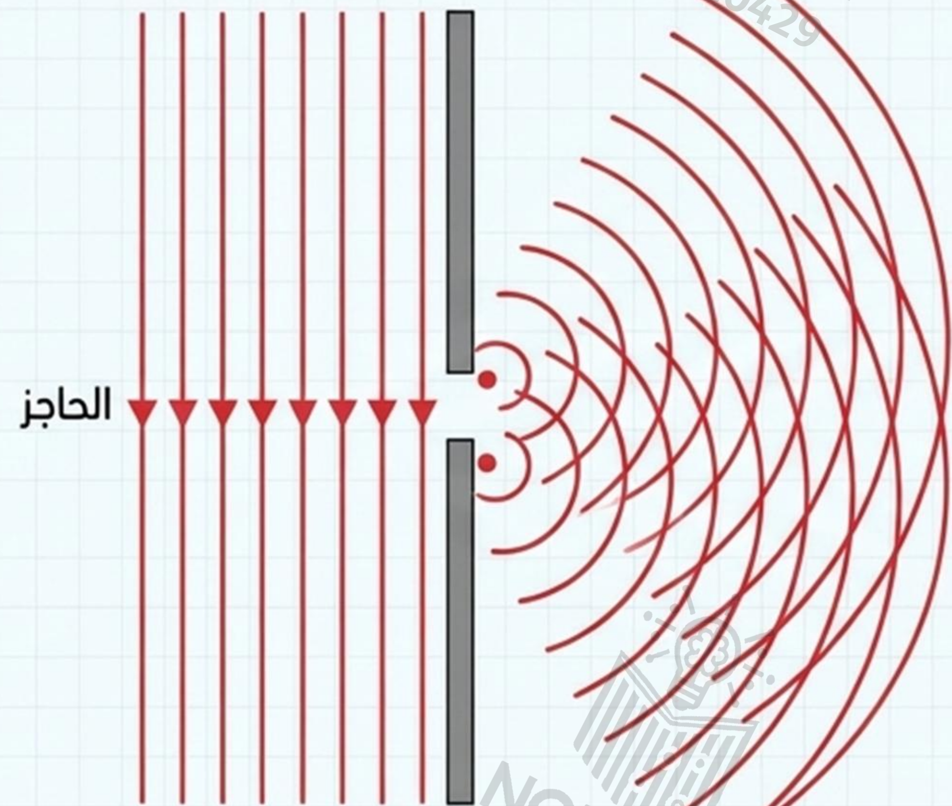


الخطوة ٢: تنتشر هذه "المويجات" الثانوية في جميع الاتجاهات.



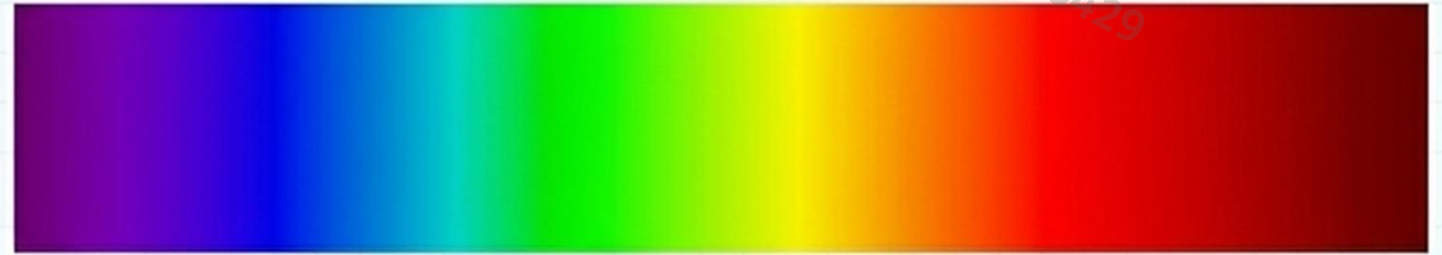


الخطوة ٣: تراكب هذه المويجات يشكل مقدمة الموجة الجديدة.



للتواصل على الرقم: 0566410429

الطيف المرئي للضوء



اللون البنفسجي:
أقصر طول موجي
400 nm

اللون الأحمر:
أطول طول موجي
700 nm

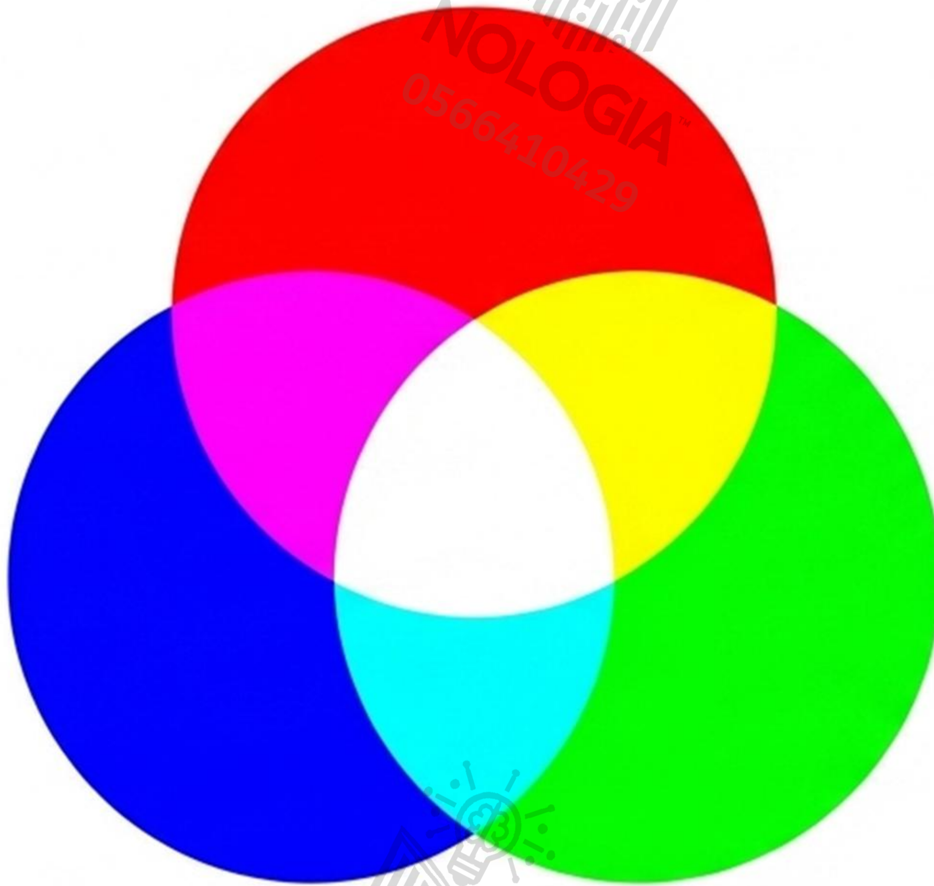
تجربة نيوتن (1666)

إمرار شعاع ضوء أبيض عبر منشور زجاجي يثبت أن اللون الأبيض مركب من الطيف المرئي، وأن الزجاج يسبب انحرافاً غير متساوٍ للأطوال الموجية.

$$c = \lambda f$$

سرعة الضوء = الطول الموجي × التردد

جمع الألوان: ضوء

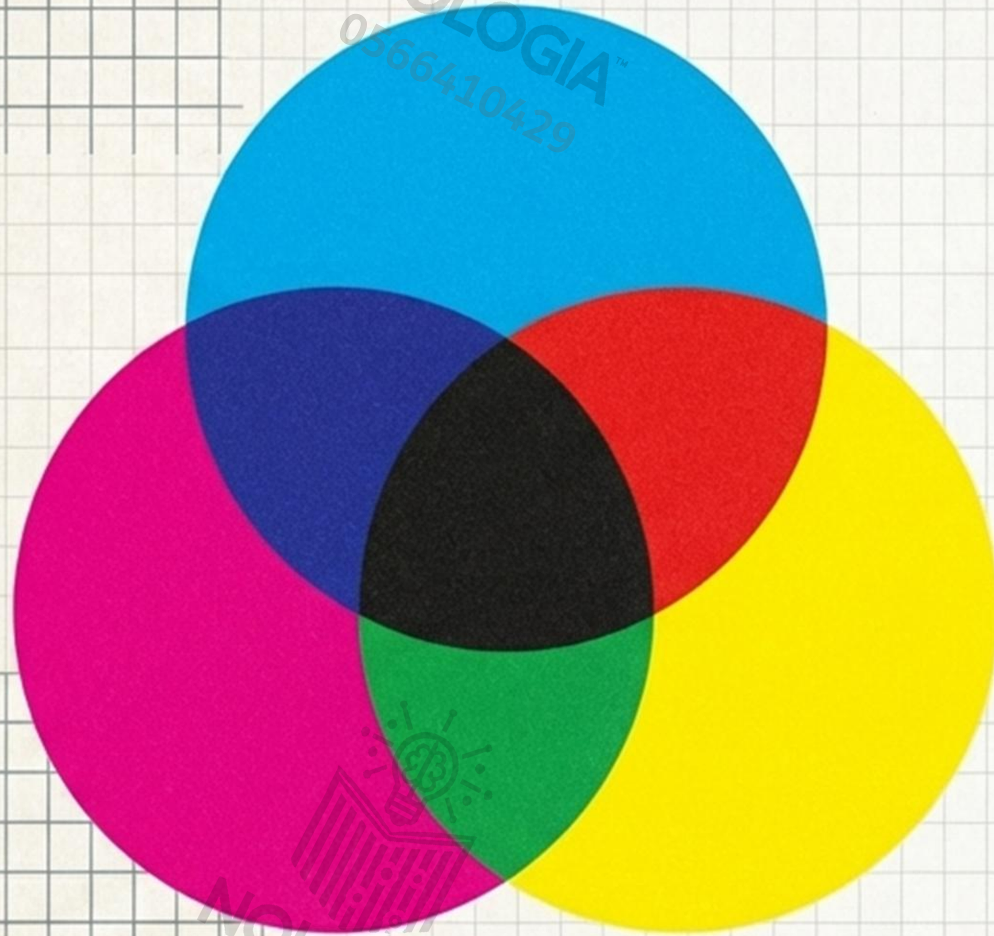


القاعدة الأساسية: الألوان الأساسية للضوء تتراكب لتشكيل اللون الأبيض.

الألوان الثانوية	الألوان الأساسية
- أحمر + أخضر = أصفر	- الأحمر
- أزرق + أخضر = سماوي	- الأخضر
- أحمر + أزرق = أرجواني	- الأزرق

الألوان المتتامة: لونان ضوئيان يختلطان معاً لتشكيل اللون الأبيض (مثل: أصفر + أزرق = أبيض).

اختزال الألوان: المواد الملونة والصبغات



المبدأ: تعتمد ألوان الأجسام على الأطوال الموجية التي تعكسها وتمتصها.

- **الصبغة الأساسية:** تمتص لوناً أساسياً واحداً وتعكس لونين. (السماوي، الأرجواني، الأصفر)
- **الصبغة الثانوية:** تمتص لونين أساسيين وتعكس لوناً واحداً. (الأحمر، الأزرق، الأخضر)



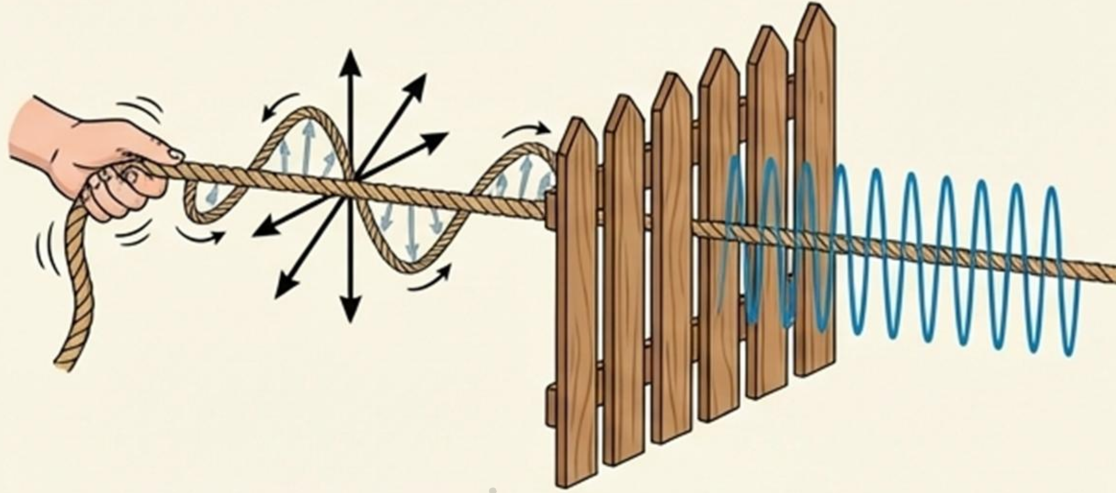
الربط بعلم الأحياء: يمتص الكلوروفيل الضوء الأحمر والأزرق، ويعكس الضوء الأخضر.

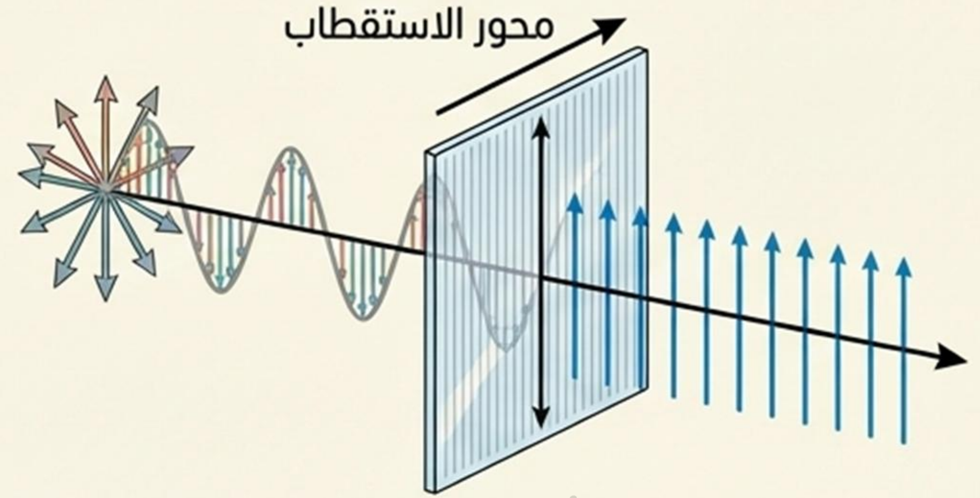
المخطط التشخيصي: الضوء مقابل الصبغات

وجه المقارنة	الضوء (جمع)	الصبغات (اختزال)
الآلية	جمع الأطوال الموجية المنبعثة	امتصاص وعكس الأطوال الموجية
الألوان الأساسية	أحمر، أخضر، أزرق (RGB)	سماوي، أرجواني، أصفر (CMY)
الألوان الثانوية	سماوي، أرجواني، أصفر (CMY)	أحمر، أخضر، أزرق (RGB)
نتيجة مزج الكل	أبيض (تراكب تام)	أسود (امتصاص تام)
التطبيق العملي	شاشات التلفاز والهواتف	الطابعات والملابس

استقطاب الضوء

الاستقطاب: إنتاج ضوء يتذبذب في مستوى واحد فقط.

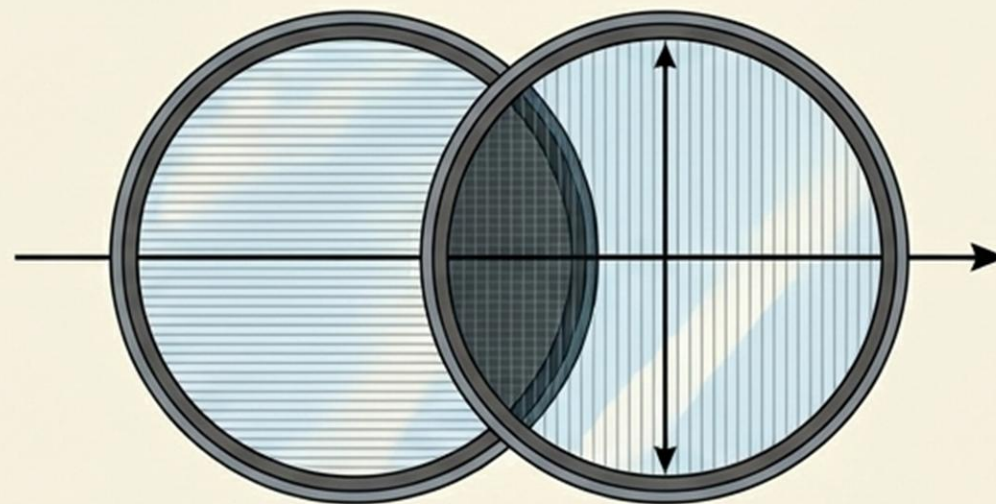




الضوء غير المستقطب يتذبذب في اتجاهات عشوائية.
مرشح الاستقطاب يسمح بمرور الموجات التي تتذبذب **موازية لمحور الاستقطاب فقط، ويحجب الباقي.**
لا يمر سوى نصف إجمالي الضوء غير المستقطب عبر المرشح الأول.

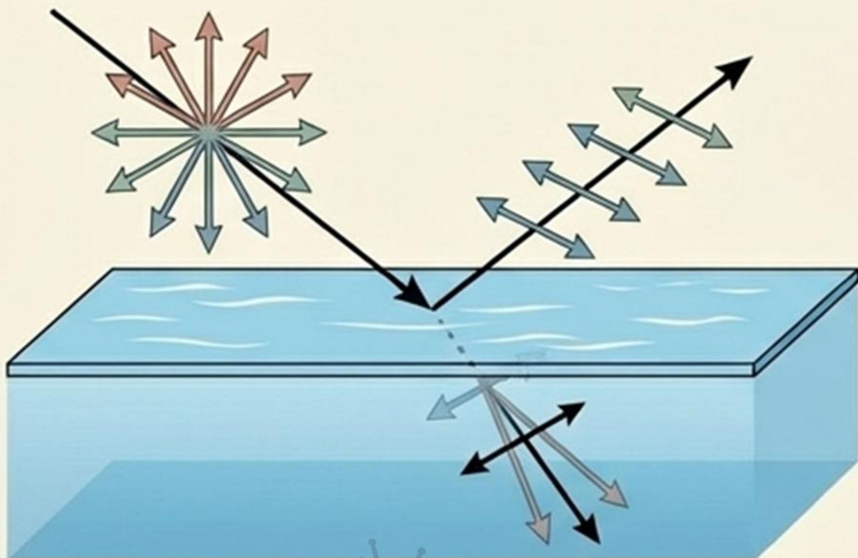
طرق الاستقطاب وتطبيقاته

الاستقطاب عن طريق الترشيح



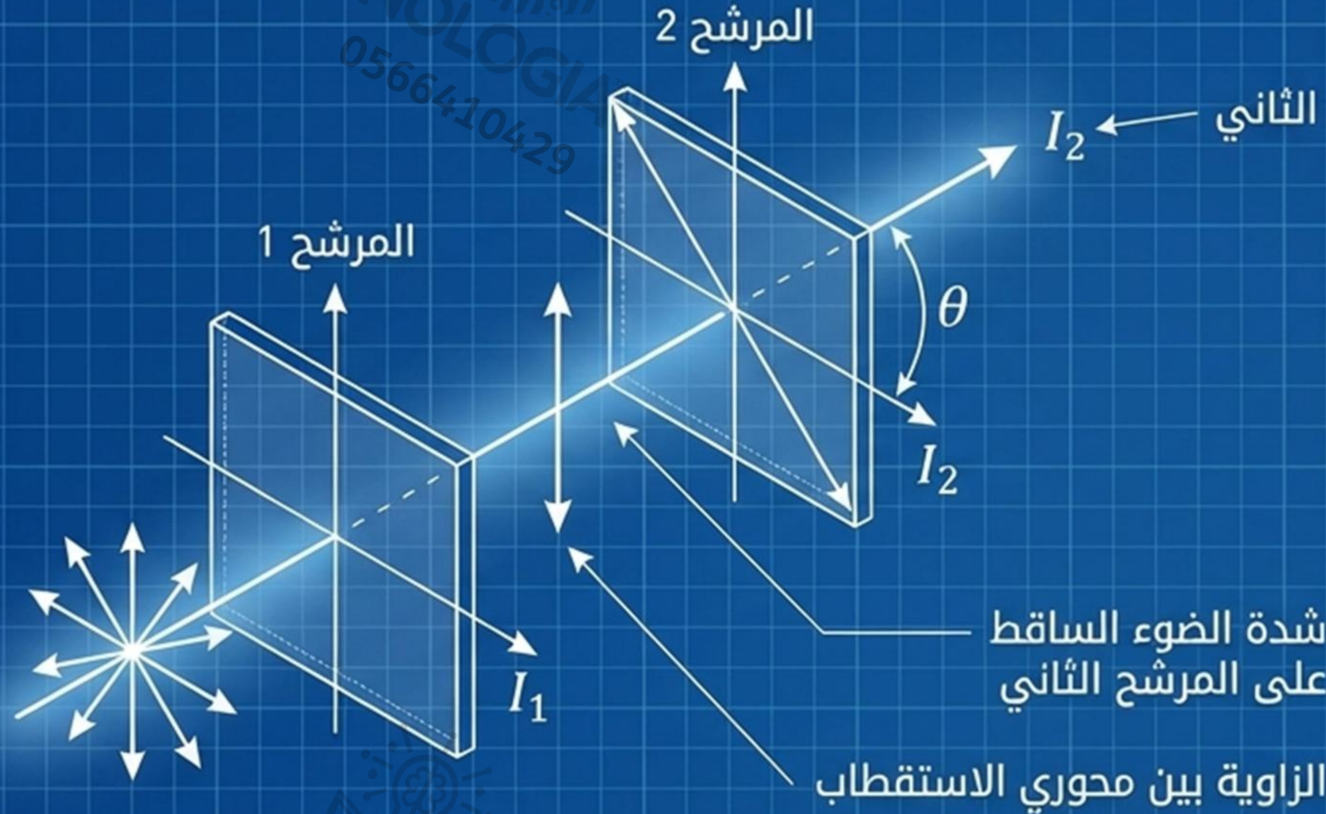
جزيئات طويلة تصطف في اتجاه واحد لتمتص الموجات المتذبذبة في اتجاه معين، وتسمح بمرور الموجات المتذبذبة بشكل متعامد معها.

الاستقطاب عن طريق الانعكاس وتقليل الوهج



الضوء المنعكس عن أسطح مثل الزجاج أو الماء يصبح مستقطبًا جزئيًا في اتجاه موازٍ للسطح.
تحتوي النظارات الشمسية المستقطبة على محاور استقطاب رأسية لحجب الضوء الأفقي وتقليل الوهج.

قانون مالوس: حساب شدة الضوء



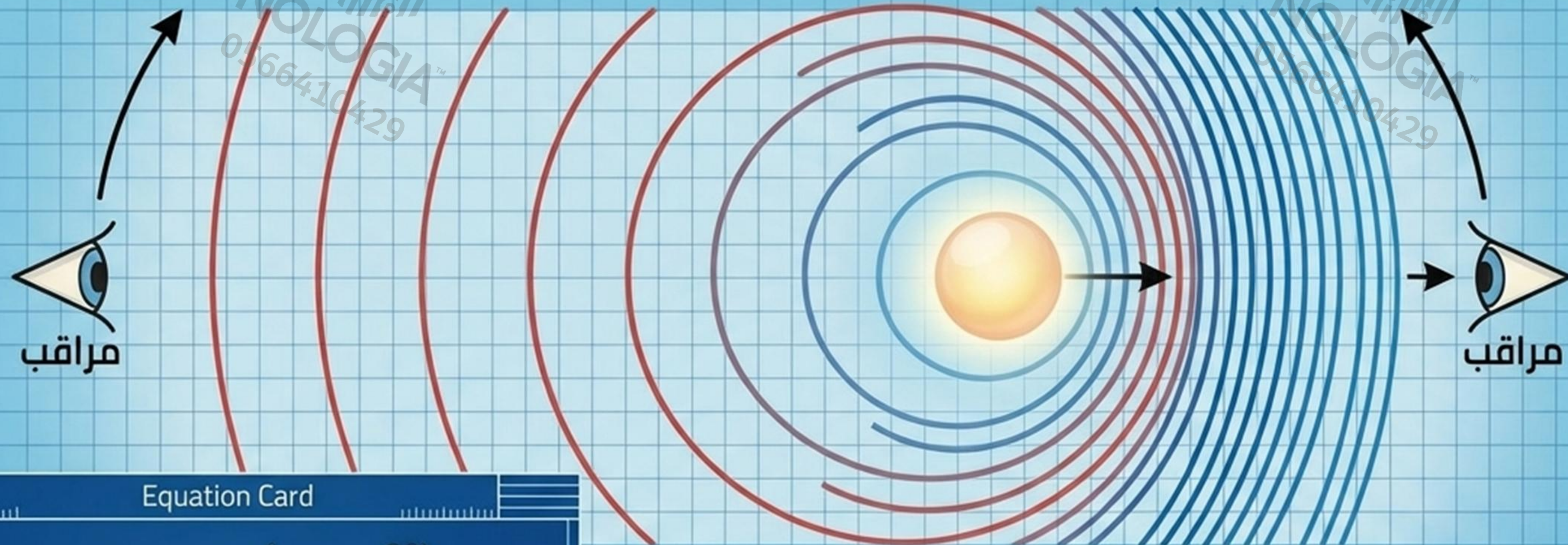
I_2 ← شدة الضوء الخارج من المرشح الثاني

$$I_2 = I_1 \cos^2\theta$$

Equation Card

Diagnostic	
المحاور متوازية $(\theta = 0°)$: يمر كل الضوء $(I_2 = I_1)$	المحاور متعامدة $(\theta = 90°)$: ينعدم الضوء $(I_2 = 0)$

تأثير دوبلر في الضوء



Equation Card

$$f_{obs} = f\left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$$

f_{obs}: التردد المراقب	f_{obs}: التردد المراقب
f: التردد الحقيقي للمصدر	v: السرعة النسبية
c: سرعة الضوء	c: سرعة الضوء

تغير التردد أو الطول الموجي الملاحظ بسبب الحركة النسبية بين المصدر والمراقب.

قاعدة الإشارات

(+) : إذا تحركا مقتربين من بعضهما.

(−) : إذا تحركا مبتعدين عن بعضهما.

انزياح دوبلر: نحو الأحمر والأزرق

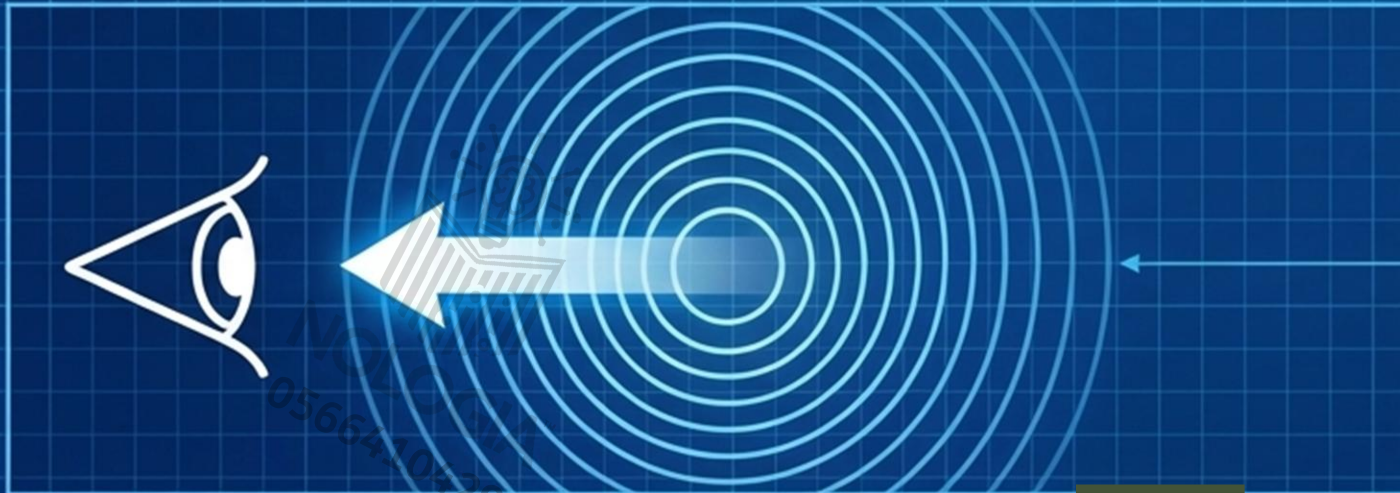


Equation Card

$$\Delta\lambda = \pm \frac{v}{c}\lambda$$

الحالة: المصدر يبتعد عن المراقب.

التأثير: الطول الموجي يزداد (القيمة موجبة).
ينزاح الضوء نحو الطرف الأحمر للطيف.



انزياح نحو الأزرق (Blueshift)

الحالة: المصدر يقترب من المراقب.

التأثير: الطول الموجي يقل (القيمة سالبة).
ينزاح الضوء نحو الطرف الأزرق للطيف.

التطبيق الفلكي: الكون المتمدد



إدوين هابل (1929)

الاستنتاج: جميع المجرات تتحرك مبتعدة عن الأرض (الكون يتمدد).

طيف الهيدروجين في المختبر



طيف الهيدروجين المُزاح من مجرة



انزياح نحو الأحمر

الملاحظة: طيف الانبعاث القادم من المجرات البعيدة له أطوال موجية أطول من المتوقع. خطوط الطيف مُزاحة نحو اللون لأحمر بسبب ابتعاد المجرات.

فصل التطبيقات (١): مسائل الاستقطاب

خطوات الحل:	المسألة
المعطيات: $I_2 = 0.5\, I_1$ **القانون:** $I_2 = I_1 \cos^2\theta$ **التعويض:** $0.5\, I_1 = I_1 \cos^2\theta$ **التبسيط:** $\cos^2\theta = 0.5 \rightarrow \cos\theta = \sqrt{0.5}$ **النتيجة:** $\theta = 45°$	**المسألة:** وُضع مرشحًا استقطاب في مسار شعاع ضوئي غير مستقطب. إذا كانت شدة الضوء الساقط على المرشح الثاني I_1، فما الزاوية التي يجب أن يصنعها محورا الاستقطاب لتقل شدة الضوء الخارج من المرشح إلى النصف؟

ملاحظة هامة

ملاحظة: إذا كان الضوء الأصلي غير مستقطب، فإن شدته تنخفض للنصف بمجرد عبور المرشح الأول.

فصل التطبيقات (٢): انزياح دوبلر

المسألة

المسألة: تتحرك ذرة هيدروجين في مجرة بسرعة 6.55×10^6 m/s مبتعدة عن الأرض. وتبعث ضوءاً بتردد $\times$ Hz 6.16×10^{14}.

ما التردد الذي سيلاحظه عالم فلك على الأرض؟

خطوات الحل:

المعطيات: $v = 6.55 \times 10^6$ m/s (مبتعدة ← نستخدم إشارة الطرح)

$f = 6.16 \times 10^{14}$ Hz

$c = 3.00 \times 10^8$ m/s

القانون: $f_{obs} = f\left(1 - \frac{v}{c}\right)$

التعويض: $f_{obs} = (6.16 \times 10^{14}) \times \left(1 - \frac{6.55 \times 10^6}{3.00 \times 10^8}\right)$

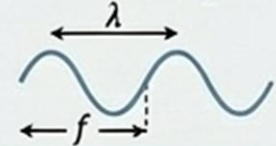
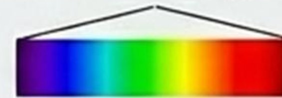
النتيجة: $f_{obs} = 6.03 \times 10^{14}$ Hz

✓ تحقق من منطقية الحل

التحقق: بما أن المجرة تبتعد، يجب أن يكون التردد المراقب أقل من التردد الأصلي (انزياح نحو الأحمر). الحل صحيح منطقياً.

خلاصة القوانين والمفاهيم

القوانين الأساسية

سرعة الموجة	انزياح دوبلر للطول الموجي	تأثير دوبلر للتردد	قانون مالوس
$c = \lambda f$	$\Delta\lambda = \pm\frac{v}{c}\lambda$	$f_{obs} = f\left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$	$I_2 = I_1 \cos^2\theta$
			

المصطلحات الرئيسية

 **الحيود:** انحناء الضوء حول الحواجز.

 **الألوان الأساسية للضوء:** أحمر، أخضر، أزرق (تنتج الأبيض).

 **الاستقطاب:** قصر تذبذب الضوء في مستوى واحد فقط.

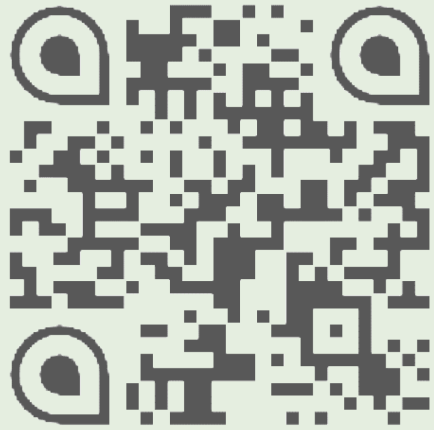
 **الانزياح نحو الأحمر:** زيادة الطول الموجي بسبب ابتعاد المصدر.

 **الألوان الأساسية للضوء:** أحمر، أخضر، أزرق (تنتج الأبيض).

 **الصبغات الأساسية:** سماوي، أرجواني، أصفر (تنتج الأسود).







لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

ختاماً، نسأل اللّه أن يوفقكم، وأن تكون هذه الملزمة قد حققت الفائدة المرجوة ❤







لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429